

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Bartels

und aus dem

Institut für Fleischtechnologie
der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach
Direktor: Ltd. Direktor und Professor Dr. H. Reuter

Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß
des Naturreifeverfahrens und des Schwitzverfahrens
auf die Qualität einiger Rohwurstarten

Ein Beitrag zur Technologie der Rohwurstherstellung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Eingereicht von

Egon Meyer
Tierarzt aus Oldenburg/Oldbg.

Gießen 1969



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545909_0009

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Bartels

und aus dem

Institut für Fleischtechnologie
der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach
Direktor: Ltd. Direktor und Professor Dr. H. Reuter

Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des Naturreifeverfahrens und des Schwitzverfahrens auf die Qualität einiger Rohwurstarten

Ein Beitrag zur Technologie der Rohwurstherstellung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Eingereicht von

Egon Meyer

Tierarzt aus Oldenburg/Oldbg.

Gießen 1969

Mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät
in Gießen

Dekan:

Professor Dr. H. Tillmann

Berichterstatter:

Professor Dr. H. Bartels

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Juli 1969



<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
A. Einleitung	6
B. Schrifttum	8
I. Definition der Rohwurst	8
II. Technologie der Rohwurstherstellung	8
a. Anforderungen an das Ausgangsmaterial	8
1. Beschaffenheit des Rohmaterials	8
2. Qualitätsstufen	11
b. Die verschiedenen technologischen Prozesse bei der Rohwurstherstellung	13
1. Herstellung des Brätes	13
2. Umrötung und Reifung	16
3. Technologie der Rohwurstreifung	23
α. Naturreifungsverfahren	24
β. Schnellverfahren	26
4. Räucherung	28
5. Lagerung	29
III. Organoleptische Eigenschaften der Rohwurst	30
IV. Die häufigsten Qualitätsmängel bei Rohwürsten und ihre Ursachen	32
a. Mängel in der äußeren Herrichtung und Beschaffenheit	32
b. Mängel in Aussehen und Farbe des Anschnittes	34
c. Mängel in der Konsistenz und Schnittfähigkeit	39
d. Mängel in Geruch und Geschmack	42
e. Mängel in der Farbhaltung	43

	<u>Seite</u>
C. Eigene Untersuchungen	45
I. Material	46
II. Methodik	49
a. Durchführung des Klimaverfahrens	49
1. Beschreibung der Klimakammer	49
2. Beschreibung der Versuchsbedingungen	51
b. Durchführung des Schwitzverfahrens	51
c. Beschreibung der angewandten Untersuchungsverfahren	52
1. Organoleptische Untersuchung	52
2. Bestimmung des pH-Wertes	52
3. Bestimmung des Fettgehaltes	53
4. Bestimmung des Kochsalzgehaltes	54
5. Bestimmung der Peroxydzahl	55
6. Bestimmung der Gewichtsverluste	56
III. Ergebnisse	56
a. Ergebnisse der im Klimaverfahren hergestellten Rohwürste	57
b. Ergebnisse der im Schwitzverfahren hergestellten Rohwürste	68
c. Ergebnisse der vergleichenden organoleptischen Untersuchungen	78
D. Besprechung der Ergebnisse und Diskussion	83
a. Äußere Herrichtung und Beschaffenheit	83
b. Aussehen und Farbe im Anschnitt	86
c. Konsistenz und Schnittfestigkeit	89
d. Geruch und Geschmack	91
e. Farbhaltung	93
f. Gewichtsverluste	94

Seite

g. Veränderungen des Fettgehaltes	95
h. Veränderungen des Kochsalzgehaltes	96
i. pH-Wert-Verlauf	96
k. Veränderungen der Peroxydzahl	98
E. Schlußfolgerungen	100
F. Zusammenfassung	103
G. Schrifttumsverzeichnis	106
H. Lebenslauf	115

A. Einleitung

Von allen technologischen Prozessen der Rohwurstherstellung kommt dem Trocknungs- und Reifungsvorgang die entscheidende Bedeutung zu. Qualität und Haltbarkeit der Rohwürste hängen in starkem Maße davon ab, daß die Trocknung gleichmäßig und schonend erfolgt und daß dadurch Bedingungen geschaffen werden, die für die Entwicklung einer optimalen mikrobiellen Rohwurstflora günstig sind.

Das klassische Verfahren zur Herstellung von Rohwürsten hoher Qualität und langer Haltbarkeit, wie es heute noch besonders in den in der Rohwurstherstellung maßgebenden Ländern Ungarn und Italien durchgeführt wird, ist das Naturreifeverfahren. Dabei nutzt man die klimatischen Verhältnisse der Frühjahrs- und Herbstmonate mit ihren niedrigen Temperaturen und hohen relativen Luftfeuchtigkeiten aus, man erreicht eine langsame, gleichmäßige Trocknung und dadurch eine optimale Aromatisierung der Rohwürste.

Da das Naturreifeverfahren einerseits langwierig, andererseits in hohem Maße von den klimatischen Bedingungen abhängig ist, wurden aus wirtschaftlichen Erwägungen Verfahren entwickelt, die eine schnellere und von der Jahreszeit unabhängige Rohwurstherstellung ermöglichen. Eines dieser Schnellverfahren ist das sogenannte "Schwitzverfahren", das heute sowohl in der industriellen als auch in der handwerklichen Rohwurstproduktion angewendet wird. Bei diesem Verfahren wird durch eine in bestimmter Weise forcierte Trocknung eine Verkürzung der Herstellungszeit und frühere Verkaufsfähigkeit der Ware als bei dem Naturverfahren und damit verbunden eine Rationalisierung der Produktion erreicht.

Es hat sich aber gezeigt, daß die Beschleunigung der Trocknung und Reifung beim Schwitzverfahren nicht problemlos ist und häufiger als beim Naturverfahren zu Produkten mit geringerer Qualität oder gar zu Fehlfabrikaten führt. Die dadurch bedingten wirtschaftlichen Verluste können beträchtlich sein.

Eine Möglichkeit, unabhängig von den äußeren klimatischen Verhältnissen Rohwürste im Naturverfahren herzustellen, bietet sich in neuerer Zeit durch die Anwendung von Klimakammern. In derartigen Anlagen lassen sich Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit in gewünschter Weise regeln, so daß die beim Naturverfahren der Rohwurstherstellung herrschenden klimatischen Verhältnisse gezielt zu reproduzieren sind. Damit kann eine Rohwurstproduktion im Naturverfahren das ganze Jahr hindurch betrieben werden, bei der die Gefahr von Fehlprodukten durch Trocknungs- und Reifungsfehler weitgehend ausgeschlossen ist.

Da exakte vergleichende Untersuchungen über die Qualität von Rohwürsten, die im Naturverfahren und im Schwitzverfahren hergestellt wurden, bisher fehlten, wurde mir von Herrn Professor Dr. Bartels, Direktor des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen, die Aufgabe gestellt, derartige Untersuchungen an verschiedenen Rohwurstarten durchzuführen.

B. S c h r i f t t u m

I. Definition des Begriffes "Rohwurst"

Rohwürste bestehen aus zerkleinertem rohem Muskelfleisch und Fettgewebe. Sie enthalten Salz, Gewürze und in der Regel Umrötestoffe sowie andere Zusätze wie Zuckerstoffe und Ascorbinsäure. Rohwürste werden einem Trocknungs- und Reifungsprozeß und in dem meisten Fällen einer Kalträucherung unterworfen.

Nach ihrer Konsistenz wird zwischen schnittfesten und streichfähigen Rohwürsten unterschieden. Zu den schnittfesten Rohwürsten gehören Cervelatwurst, Salami, Plockwurst, Schlackwurst, Schinkenplockwurst, Katenwurst, zu den streichfähigen Rohwürsten Teewurst und Mettwurst.

II. Technologie der Rohwurstherstellung

a. Anforderungen an das Ausgangsmaterial

1. Beschaffenheit des Rohmaterials

Von entscheidender Bedeutung für die Qualität und Haltbarkeit der Endprodukte ist die Auswahl geeigneten Fleisches. Eine wesentliche Grundbedingung für die Herstellung einer ansprechenden Rohwurst ist die Verwendung abgehangenen, durchwachsenen Fleisches möglichst älterer Tiere (Bartels und Coretti (7), Koch (32), Grüttner und Lienhop (23)). Die Schlachttiere, deren Fleisch für die Rohwurstherstellung verwendet werden soll, müssen gesund und gut ausgeruht zur Schlachtung kommen, da nur bei derartigen Tieren eine genügende Glykogenreserve für die notwendige kräftige postmortale Fleischsäuerung vorhanden ist. Diese aber ist für die Haltbarkeit des Fleisches und der daraus hergestellten Rohwürste in besonderem Maße verantwortlich.

Der pH-Wert des Fleisches liegt beim gesunden, ausgeruhten, lebenden Schlachttier zwischen 7,0 und 7,6

(Andersen und ten Cate (1), Aust (2), Bartels (3), Koch (32)).

Während in der Muskulatur lebender Tiere ein dynamisches Gleichgewicht zwischen aufbauenden und abbauenden Vorgängen herrscht, verschiebt sich dieses Gleichgewicht mit dem Eintritt des Todes durch die Unterbrechung der Nähr- und Sauerstoffzufuhr zugunsten der abbauenden Vorgänge (Bartels (3)). Das in der Muskulatur enthaltene Glykogen wird durch glykolytische Fermente unter anaeroben Bedingungen zu Milchsäure abgebaut. Eine Resynthese zu Glykogen, wie sie beim lebenden Tier stattfindet, ist jedoch auf Grund von fehlendem verwertbarem Sauerstoff nicht mehr möglich. Dadurch sinkt der pH-Wert in etwa 24 Stunden vom schwach alkalischen oder neutralen Bereich (7,6- 7,0) in den sauren Bereich (5,8- 5,4) ab. Im Anschluß an die Fleischsäuerung steigt der pH-Wert langsam wieder an. Dieser pH-Wert-Anstieg soll nach Hamm (24) mit einer durch proteolytische Fermente bedingten Autolyse im Muskel in Zusammenhang stehen. Man bezeichnet diesen Vorgang als "Fleischreifung". Nach Bartels (3) erfolgt diese Reifung bei einer Aufbewahrungstemperatur von $\pm 0^{\circ}$ bis $+ 2^{\circ}\text{C}$ in etwa 6 bis 14 Tagen. Da bei abgehetzten und ausgehungerten Schlachttieren die Glykogenvorräte mehr oder weniger erschöpft sind, kann die nach der Tötung der Tiere einsetzende Fleischsäuerung nur unvollständig sein. Der pH-Wert fällt nur geringgradig ab, sein Wiederanstieg setzt früher ein. Infolge der geringen Säuerung und des frühen Wiederanstiegs des pH-Wertes auf Werte über 6,4 kann es zu einem starken Bakterienwachstum, insbesondere proteolytischer Keime kommen, die die Haltbarkeit des Fleisches herabsetzen und bei der Verarbeitung solchen Fleisches zu einer Fehlsteuerung der sich entwickelnden Rohwurstflora führen können. Fehlproduktionen verschiedener Art können die Folge sein. Nach Brathem (9) und GiBke

(19) soll das zur Herstellung von Rohwürsten verwendete Fleisch einen pH-Wert von 5,8 bis 6,0 haben.

Parallel zur pH-Wert-Senkung verringert sich das Wasserbindungsvermögen des Fleisches. Nach Hamm (25) sind für die Dehydratisierung der Muskulatur sowohl die pH-Wert-Senkung als auch der durch Adenosintriphosphat-Spaltung ausgelöste Rigor mortis verantwortlich. Bei einem pH-Wert von 5,5 erreicht das Fleisch sein Minimum an Wasserbindungsvermögen. Da die Haltbarkeit der Rohwürste sehr wesentlich von ihrer Abtrocknung abhängt, ist die Verwendung eines möglichst wasserarmen Fleisches eine entscheidende Grundbedingung. Die Wasserabgabe des Fleisches steht aber, wie ausgeführt, mit der pH-Wert-Senkung in direkter Beziehung. Auch aus diesem Grunde eignet sich für die Rohwurstherstellung nur gut abgehangenes Fleisch, das einen kräftigen Säuerungsprozeß durchlaufen hat.

Eine weitere Voraussetzung, der für das Gelingen der Rohwurstherstellung eine entscheidende Bedeutung zukommt, ist nach Bartels (3) und Bartels und Coretti (7) die hygienische Gewinnung und Behandlung des Fleisches. Das Fleisch gesunder und ausgeruhter Schlachttiere ist vor der Schlachtung in der Regel keimfrei. Erst während des Schlachtens und Zerlegens und den hiermit verbundenen Arbeitsgängen kommt es zur Keimansiedlung an der Fleischoberfläche. Werden hygienische Maßnahmen nur ungenügend beachtet, so kann die Keimbeseidlung des Fleisches, insbesondere mit Proteolyten, so stark sein, daß bei Rohwürsten oder anderen Fleischwaren, die eine längere Herstellungszeit benötigen, Fäulnis- und Zersetzungsprozesse auftreten können. Bartels und Coretti (7) haben bei ihren Untersuchungen von Rohwurstfehlfabrikaten nicht selten eine bakterielle Zersetzung der Würste nachweisen können, die durch

mangelhafte Verarbeitungshygiene des Ausgangsmaterials hervorgerufen war.

2. Qualitätsstufen

Rohwürste werden in verschiedenen Qualitätsstufen in den Verkehr gebracht, die sich durch das verwendete Ausgangsmaterial voneinander unterscheiden. Die Anforderungen, die an die Zusammensetzung der verschiedenen Qualitätsstufen und ihre Kennzeichnung gestellt werden, finden sich in den "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" vom 5. November 1965 (66). In diesen sogenannten "Qualitätsrichtlinien" haben der Deutsche Fleischerverband und der Verband der Deutschen Fleischwaren- und Feinkostindustrie in Zusammenarbeit mit maßgeblichen wissenschaftlichen Sachverständigen die von der Lebensmittelwirtschaft als redlichen Handelsbrauch angesehenen Anschauungen über die Zusammensetzung von Fleischerzeugnissen niedergelegt. Der Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde hat diese Richtlinien als Verkehrsauffassung gebilligt und verabschiedet. Die Richtlinien in ihrer jetzigen Fassung stellen eine Überarbeitung und Neufassung der bereits am 9. Juni 1956 geschaffenen "Richtlinien für die Qualität von Fleischerzeugnissen und deren Kenntlichmachung" dar.

Grundsätzlich werden Rohwürste in drei Qualitätsstufen hergestellt, deren Unterschiede im wesentlichen darin bestehen, daß sie einen unterschiedlichen Anteil an dem ernährungsphysiologisch weniger wertvollem kollagenen Bindegewebe, wie Sehnen, Faszien und Schwarten, aufweisen.

Rohwurst, die als Spitzenqualität hergestellt und als solche bezeichnet wird, enthält nur sehnenarmes

Fleisch und entschwarteten Speck, nicht jedoch Zusätze von Innereien, Schwarten und Sehnen.

Rohwurst mittlerer Qualität enthält Fleisch wie gewachsen, entschwarteten Speck und/oder Flomen, jedoch keine Zusätze von Innereien, Schwarten und Sehnen.

Rohwurst einfacher Qualität kann neben Fleisch wie gewachsen, entschwartetem Speck und Flomen einen Anteil an zerkleinerten, aufbereiteten Sehnen und Schwarten bis zu 10 % der Gesamtmenge enthalten, nicht jedoch Innereien.

Bestimmte Rohwurstarten, wie Schlackwurst, Schinkenplockwurst, Schinkenmettwurst und Teewurst werden nur in Spitzenqualität, Salami, Cervelatwurst und Katenwurst nicht in einfacher Qualität hergestellt.

Als "sehnenarmes" Fleisch gilt nach den Qualitätsrichtlinien (66) Skelettmuskulatur der Schlachttiere, die von Natur aus nur sehr wenig Sehnen, Sehnenzüge oder Bindegewebsplatten enthält (z.B. Filet, Kamm, Bug usw.) oder Skelettmuskulatur, bei der durch Entsehnung die Sehnen, Sehnenzüge und Bindegewebsplatten so weitgehend entfernt worden sind, daß sie der von Natur aus sehnenarmen Muskulatur entspricht.

Als "Fleisch wie gewachsen" ist nach den Qualitätsrichtlinien (66) Skelettmuskulatur der Schlachttiere mit anhaftendem und eingelagertem Fett- und Bindegewebe anzusehen, wie es bei der Verarbeitung der einzelnen Fleischstücke nach Entfernung der groben Sehnen zu erwarten ist.

Als "Fleisch wie gewachsen" gelten nicht Hessefleisch, Kopffleisch und Knochenputzfleisch für sich allein.

b. Die verschiedenen technologischen Prozesse bei der Rohwurstherstellung

1. Herstellung des Brätes

Das zur Rohwurstherstellung verwendete Fleisch wird zunächst entbeint und je nach gewünschter Qualität der Ware entseht. Danach wird es in etwa faustgroße Stücke zugeschnitten und zum Ablaken für 8 bis 12 Stunden im Kühlraum bei einer Temperatur von $+ 4^{\circ}\text{C}$ aufbewahrt. Der verwendete Speck wird entschwartet, in Würfel geschnitten und anschließend klirrend hart gefroren. Nachdem das Fleisch durch das Ablaken einen Teil seines Wassers verloren hat, wird es gewolft.

Bei der Brätherstellung wird zunächst der klirrend hart gefrorene Speck im Kutter zerkleinert. Anschließend wird das abgelakte Fleisch hinzugegeben.

Durch Auswahl einer bestimmten Kutterungsdauer und Kutterungsgeschwindigkeit ist es möglich, eine der Wurstart entsprechende gleichmäßige und feine Körnelung des Brätes zu erreichen.

Von besonderer Bedeutung für das Gelingen der Rohwurst ist die Temperatur des Brätes nach beendeter Kutterung. Sie soll nach Koch (32) nicht mehr als $+ 2^{\circ}\text{C}$ betragen.

Während Koch (32) der Ansicht ist, daß sowohl der Speck als auch das Fleisch vor dem Kuttern tief und schnell auf mindestens $- 12^{\circ}\text{C}$ gefroren werden sollten, vertreten Pezacki und Mitarbeiter (49) den Standpunkt, nur Fleisch zu verwenden, das bei minimal $\pm 0^{\circ}\text{C}$ gelagert wurde. Wenn das Fleisch zwischen $- 3$ und $- 24^{\circ}\text{C}$ gefroren war, fanden sie neben verzögerter Umrötung und geringerer Brätbindung Abweichungen im Geruch und Geschmack sowie eine instabile Farbe und Farbhaltung. Diese Mängel traten bei Verwendung von bis auf $\pm 0^{\circ}\text{C}$ gekühltem Fleisch nicht auf.

Neben den Rohstoffen Fleisch und Speck sind zur Brätherstellung Zugaben von Kochsalz, Umrötestoffen, Gewürzen und Kohlenhydraten erforderlich.

Für Kochsalz soll nach Coretti (13), Gißke (19), Koch (32), Grüttner und Lienhop (23) und Kárpáti und Nemes (29) die Minstdosierung je nach Rohwurstart und Herstellungsverfahren bei 28 bis 32 g pro kg Brät liegen. Bei richtiger Reifung und Fermentation machen sich diese relativ hohen Kochsalzzugaben im fertigen Produkt nicht unangenehm bemerkbar. Kárpáti und Nemes (29) berichten, daß die vollausgereifte ungarische Importsalami im Augenblick ihrer Handelsfähigkeit eine Salzkonzentration von 6,4 % im Kern und eine solche von 3,8 % in den Randschichten habe, ohne daß sie im Geschmack als zu salzig empfunden wird.

Die Vorteile einer genügend hohen Salzkonzentration liegen in der Förderung eines aromatischen, pikant-würzigen Geschmacks, der Förderung des Bindungsvermögens des Fleisches und der Gelbildung des gelösten Fleischeiweißes, wodurch nach Kotter und Prändl (33) das Fett an das Fleisch gebunden wird und der Förderung der Haltbarkeit durch hemmende Wirkung gegenüber proteolytischen Fäulnisserregern in der Anfangsphase der Reifung.

Von einer Rohwurst erwartet der Käufer, daß sie eine lebhaft, pökelrote Anschnittfarbe hat. Um diese Farbe zu erzielen, werden dem Brät bestimmte Umrötestoffe zugegeben. Als Umrötestoffe werden Salpeter oder Nitritpökelsalz verwendet. Das beim Abbau des Salpeters oder des Nitrits entstehende Stickoxyd ($N=O$) verbindet sich mit dem wenig stabilen Myoglobin des Fleisches zum farb stabilen Stickoxymyoglobin.

Die Verwendung dieser Stoffe ist an die Beachtung von Rechtsvorschriften gebunden. Durch die "Verordnung

über Fleisch und Fleischerzeugnisse" vom 19.3.1959 ist die Verwendung von Salpeter auf 0,5 g pro kg Brät begrenzt (65). Die Verwendung von Nitritpökelsalz ist durch das "Gesetz über die Verwendung salpetrigsaurer Salze im Lebensmittelverkehr" vom 19.6.1934 (Nitritgesetz) zugelassen (64). Nitritpökelsalz ist eine Nitrit-Kochsalzmischung, in der der Gehalt an Natriumnitrit mindestens 0,5 und höchstens 0,6 % betragen darf. Die Dosierung des Nitritpökelsalzes bei der Brätherstellung ist die gleiche wie beim Kochsalz.

Da Eiweiß und Fett als Hauptbestandteile des Fleisches nur über einen geringen Eigengeschmack verfügen, ist die Zugabe von Gewürzen zum Rohwurstbrät notwendig, um den typischen Geruch und Geschmack zu erzielen und zu verfeinern. Bei Gewürzen handelt es sich um Pflanzenteile verschiedener Art, die durch den Gehalt an ätherischen Ölen in ihren Zellen den gewünschten aromatischen Geruch und Geschmack vermitteln. Gewürze sind häufig stark keimhaltig und haben nach den Untersuchungen von Bartels und Coretti (7) nicht selten zu Fehlentwicklungen bei der Rohwurstherstellung geführt. Die Verwendung entkeimter Gewürze ist daher zu empfehlen (Koch (32), Bartels und Coretti (7)).

Durch die zwar nicht unbedingt erforderliche, heute aber gebräuchliche Zugabe von Kohlenhydraten soll eine gründliche und schnelle Säuerung, Umrötung und Abbindeung des Brätes erreicht werden. Die in Form von Einfachzucker, Doppelzucker oder Trockenstärkesirup zugesetzten Kohlenhydrate werden wie das Muskelglykogen von zuckerspaltenden Bakterien zu Säuren vergoren. Nach Untersuchungen von Coretti (17) haben sich Zuckerzusätze von höchstens 0,6 % als vorteilhaft erwiesen.

Das fertige Brät wird in Wursthüllen abgefüllt. Diese

bestehen entweder aus Naturdärmen oder aus Kunstdärmen. Sie müssen für Wasserdampf durchlässig sein, um die Trocknung der Rohwürste zu ermöglichen.

2. Die Vorgänge bei der Reifung der Rohwurst

Die Reifung der Rohwurst stellt einen komplexen Vorgang dar, bei dem mikrobielle, enzymatische und chemisch-physikalische Prozesse ablaufen. Während der Reifungsphase soll sich die Bindung des Rohwurstbrätes, die Umrötung und die Bildung des spezifischen Aromas vollziehen.

Allen frischen Rohwürsten ist eine gewisse Knet- oder Streichfähigkeit eigen. Im Verlauf des Räucherungs- und Trocknungsprozesses bleibt diese Beschaffenheit erhalten, wenn im Brät ein entsprechend hoher Anteil an feinzerkleinertem, niederschmelzendem Fett vorliegt (Niinivaara und Pohja (43)). Das ist bei streichfähigen Rohwürsten der Fall. Bei diesen Rohwürsten werden die Eiweißpartikel des Brätes von dem feinzerkleinerten und intensiv verteilten Fett so eingehüllt, daß sie keine feste Verbindung untereinander aufnehmen können und auch nach der Trocknung untereinander verschieblich bleiben (Kotter und Prändl (33)). Auch der für die Streichfähigkeit der Rohwurst erforderliche Fettanteil steht in einem gewissen Verhältnis zum Zerkleinerungsgrad des Wurstgutes, da dieser bei feinerer Zerkleinerung des Fleisches eine größere Eiweißoberfläche abzudecken hat.

Soll dagegen Schnittfestigkeit der Rohwurst erreicht werden, so müssen die Fleischeiweißpartikel die soliden Fetteilchen vollständig umschließen und sich an ihren Berührungsstellen netzartig miteinander verbinden. Bei der Herstellung einer schnittfesten Rohwurst darf daher der Fettanteil nicht zu hoch sein und nicht in zu

feinverteilter Form vorliegen (Kotter und Prändl (33)).

Nach den Untersuchungen von Kárpáti und Nemes (29), Kotter und Prändl (33) und Niinivaara und Pohja (43) ist die Zugabe von Kochsalz zum Brät für die Bindungsvorgänge von größter Bedeutung. Nach Kotter und Prändl (33) kommt eine ausreichende Abbindung des Brätes nur dann zustande, wenn unter dem Einfluß des beigegebenen Kochsalzes eine bestimmte Menge an Muskeleiweiß an den Grenzflächen der Fleischpartikel als Kittsubstanz aktiviert wird, indem bei der durch den Salzzusatz bedingten hohen Ionenstärke gleichzeitig mit dem Fleischwasser auch muskuläres Eiweiß aus der Fleischoberfläche herausgelöst wird. Dieses herausgelöste Eiweiß bildet dann im Verlauf der Abtrocknung ein Gerüst und vernetzt so die soliden Partikel an den korrespondierenden Stellen.

Niinivaara und Pohja (43) untersuchten den Einfluß des Kochsalzes auf das Wasserbindungsvermögen des Fleisches. Nach ihren Untersuchungen hat das Salz im allgemeinen eine fördernde Wirkung auf die Wasserbindungsfähigkeit, indem es den isoelektrischen Punkt des Fleisches in den sauren pH-Bereich verschiebt. Die Stärke der Wasserbindung steht in einem bestimmten Verhältnis zur Salzkonzentration und zum Säuregrad des Brätes. So stellten Niinivaara und Pohja (43) fest, daß bei einer in Rohwürsten üblichen Kochsalzkonzentration von 3,5 % NaCl die Wasserbindung nachläßt, wenn der pH-Wert unter 5,8 absinkt. Diese verminderte Wasserbindungsfähigkeit ist wiederum besonders günstig für eine durch ausreichende Wasserabgabe bedingte Konservierung der Rohwürste.

Kárpáti und Nemes (29) konnten bei chemisch-analytischen Untersuchungen während der verschiedenen Reifungs-

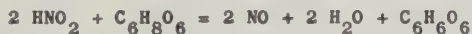
phasen bei Dauerwürsten feststellen, daß der Kochsalzgehalt im Verlaufe der Reifung zum Mittelpunkt der Wurst hin zunimmt, daß also die nach dem Kern erfolgte Salzmigration schneller verläuft als die Migration des Fleischwassers in die Außenzonen. Die gleichen Beobachtungen machten Valdecantos und Garcia (58) hinsichtlich der Verschiebung des pH-Wertes. Bei richtig gereifter Rohwurst liegt er im Kern stets tiefer als in der Randzone. In Verbindung mit einer höheren Salzkonzentration sind dadurch die gewünschte schnellere Abbindung und festere Struktur des Kernes gegenüber der Randzone sichergestellt und der Gasaustausch und die Feuchtigkeitsabgabe sind nicht gestört.

Die Phase der Umrötung stellt einen bedeutenden, qualitätsbestimmenden Abschnitt während der Rohwurstreifung dar. Die Rohwurst erhält während der Umrötung jene lebhafte, pökelrote Farbe, von der der Käufer erwartet, daß sie auch nach dem Anschnitt der Ware möglichst lange erhalten bleibt. Im Verlauf des Umrötungsprozesses wird der dem Brät zugegebene Salpeter ($-\text{NO}_3$) zunächst bakteriell_enzymatisch zu Nitrit ($-\text{NO}_2$) abgebaut. An diesem Prozeß sind vorwiegend nitratreduzierende Mikrokokken beteiligt, die zu Beginn der Rohwurstherstellung im Brät vorherrschen (Coretti (17), Pezacki und Urbaniak (47)). Die weitere Reduktion des Nitrits zum Stickoxyd ($\text{N}=\text{O}$) geschieht ohne bakterielle Beteiligung. Dieses Stickoxyd verbindet sich mit dem Myoglobin der Muskulatur zum farbstabilen Nitrosomyoglobin, dem Pökelrot.

Da der mikrobielle Abbau des Nitrats zu Nitrit eine gewisse Zeit erfordert, wird zur Umrötung häufig Nitritpökelsalz verwendet. Da hierbei das Nitrit direkt vorliegt, entfällt die bei der Salpeterpökelung erforderliche Reduktion vom Nitrat zum Nitrit, so daß die Um-

rötungszeit verkürzt wird. Tändler (57) empfiehlt für die Umrötung von Dauerwürsten die Verwendung von Salpeter, da Salpeter dem Nitritpökelsalz gegenüber eine gewisse, für Dauerwaren und deren Farbhaltung günstige Pökelfstoffreserve besitzt. Wenn pro kg Brät die gesetzlich höchstzulässige Menge von 0,5 g Salpeter (Nitrat) zugesetzt werden, so bilden sich daraus bei vollkommener Reduktion 0,27 g NO₂, während aus 30 g Nitritpökelsalz, die durchschnittlich pro kg Rohwurstgut zugesetzt werden, nur 0,15 bis höchstens 0,18 g NO₂ gebildet werden.

Zur Kräftigung und Stabilisierung der Pökelfarbe kann bei Nitritpökelsalzpökung dem Brät Ascorbinsäure zugesetzt werden. Die Ascorbinsäure wirkt als Reduktionsmittel, das bei der Freisetzung des Stickoxyds aus dem Nitrit als reduzierende Substanz entsprechend folgender Gleichung wirkt:



Das auf diese Weise freigesetzte Stickoxyd kann mit dem Myoglobin Nitrosomyoglobin bilden, wobei ein Überschuß an Ascorbinsäure nach Grau und Böhm (21) eine Art Oxydationsschutz des Pigments darstellt.

Das Wurstgut enthält im Augenblick der Abfüllung in die Wursthüllen eine Vielzahl von Bakterien, die Niinivaara (42) in folgende Gruppen aufgliedert:

- a. Aerobier
- b. Anaerobier
- c. Säurebildner
- d. Nitrat reduzierende Bakterien
- e. Fleischeiweiß proteolysierende Bakterien

Zu Beginn der Umrötung wird das bakteriologische Bild von den Nitrat reduzierenden Mikrokokken beherrscht. Das für das Wachstum der Nitrat reduzierenden Mikro-

kokken erforderliche pH-Optimum liegt nach den Untersuchungen von Bartels und Coretti (7) und Niinivaara und Pohja (43) zwischen 6,0 und 5,5. Gegen Ende der Umrötung nimmt die Zahl der Mikrokokken stark ab und die Säurebildner (Milchsäurebakterien) treten in den Vordergrund, die dann die gewünschte Säuerung des Wurstgutes bewirken.

Um die Entwicklung der Mikroflora zu fördern, können dem Rohwurstbrät Kohlenhydrate (Einfachzucker, Doppelzucker, Trockenstärkesirup) zugesetzt werden. Die zu empfehlende Höhe der Zuckerzugabe hängt von der Art des Zuckers, dem verwendeten Pökelfstoff sowie der Art des Reifeverfahrens ab. Eine Voraussage über den effektiv entstehenden End-pH-Wert kann nicht gemacht werden, weil die Umsetzung "Gramm Zucker = Gramm Säure" niemals quantitativ ist (Andersen und ten Cate (1)).

Um bei im Schnellreifeverfahren in wenigen Tagen hergestellten Rohwürsten Prallheit und Schnittfestigkeit zu erzielen, empfehlen Andersen und ten Cate (1) die Verwendung von Nitritpökelsalz und relativ hoher Mengen (0,5 bis 0,7 %) schnell wirkender Einfachzucker. Durch eine schnelle und intensive Zuckerspaltung wird dabei eine beschleunigte pH-Senkung erzielt. Bei Anwendung des Naturverfahrens und Verwendung von Salpeter als Umrötestoff sollte die Säuerung bis zu einem pH-Wert von 5,5 langsamer ablaufen, um die in diesem Säurebereich stattfindende bakterielle Reduktion nicht vorzeitig zu beenden. Andersen und ten Cate (1) halten daher bei der Fabrikation von Rohwürsten im Naturreifeverfahren einen Zuckerzusatz von nicht mehr als 0,2 bis 0,3 % für angebracht. Nach den Untersuchungen von Coretti (13) sollten die Zuckerzusätze nicht höher als 0,6 % liegen. Höhere Dosierungen werden nur noch bis etwa zur Hälfte

von den Rohwurstkeimen abgebaut. Der für die Säurebildung nicht benötigte Zuckerrest fördert nach Coretti (13) das Wachstum einiger, die Haltbarkeit der Würste gefährdender Keimarten.

Die Funktion der Milchsäurebakterien erschöpft sich nach Pezacki und Jaroszewski (48) nicht in der fermentativen Umwandlung der im Fleisch enthaltenen und dem Brät zugesetzten Kohlenhydrate in Milchsäure. Bei der Säuerung der Rohwurst handelt es sich um eine Heterofermentation, bei der neben Milchsäure als Hauptprodukt zusätzlich Brenztraubensäure, Äethylalkohol und Essigsäure gebildet werden. Diese Verbindungen üben nicht nur auf die Konservierung, sondern auch auf die Aromatisierung der Rohwurst einen Einfluß aus. Auch andere Autoren wie Keller (30), Köhnekamp (34), Losem (41) und Wellhäuser (60) kamen bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Milchsäurebakterien zumindest teilweise an der Fermentierung und Aromabildung beteiligt sind.

Mit den Fragen der Aromabildung und dem Einfluß der Bakterien auf die Aromaentwicklung hat sich in den letzten Jahren eine größere Anzahl von Autoren wissenschaftlich auseinandergesetzt, letztlich mit dem Ziel, durch Zugabe bestimmter Bakterienstämme die Bildung des Aromas zu beschleunigen und günstig zu beeinflussen.

Die einzelnen Faktoren der bakteriologisch-enzymatischen Vorgänge, die bei Rohwürsten je nach Herstellungsart während Wochen und Monate ablaufen, sind hinsichtlich ihres Einflusses auf die Aromaentwicklung bisher noch weitgehend unbekannt (Eser und Niinivaara (18)). Ten Cate (12) stellte bei Untersuchungen über die Abhängigkeit des Aromas von verschiedenen Bakterienarten eine während der Reifung auftretende, linear verlaufende Fettsäurespaltung des Wurstfettes fest. Diese wird von

der Initialflora und den von ihr erzeugten Lipasen hervorgerufen. Er ist der Ansicht, daß die Aromabildung von der Art und Menge der bei der Fettsäurespaltung entstehenden Produkte (Carbonyle) beeinflußt wird. Auch Keller (30) ist von den geschmacksbildenden Eigenschaften gewisser lipolytischer Keime überzeugt, bei denen es sich nach Untersuchungen von Giolitti und Massaera (20) überwiegend um grampositive, lipaseaktive Bakterien der Familie "Coccaceae" handelt.

In Deutschland hat vor allem Keller (30) Untersuchungen über die Problematik der Rohwurstaromatisierung durchgeführt, um durch Zusatz fleischeigener Aromabakterien eine Geschmacksverbesserung zu erzielen. Er isolierte bei + 12°C verschiedene Bakterienstämme, die auf normalem Nähragar ein ansprechendes Aroma erzeugten. Da aber das Wachstumsoptimum dieser aromatisierenden Bakterien bei etwa + 12°C lag, also in einem Temperaturbereich, der für eine genügend kräftige Umrötung des Brätes zu niedrig liegt, ließen sich die Versuche nicht auf die Praxis der gewerbsmäßigen Rohwurstherstellung übertragen. Ferner stellte Keller (30) fest, daß die aromatisierenden Eigenschaften der von ihm isolierten Bakterienstämme schon nach einigen Subkulturen auf Nähragar stark zurückgingen oder ganz verschwanden. Er schließt hieraus, daß die Ursachen des Rohwurstaromas in der bakteriologisch-enzymatischen Fettspaltung zu suchen sind.

Durch Zugabe anderer spezifischer Bakterienstämme zum Brät, sogenannter Starter-Reinkulturen, versucht man nicht so sehr die Aromabildung zu beeinflussen, als vielmehr die Schnelligkeit, Gleichmäßigkeit und Sicherheit bei der Herstellung zu erhöhen. Niinivaara (42) konnte mit dem von ihm isolierten und beschriebenen Stamm M₅₃ beachtliche Vorteile hinsichtlich Farbe und

Schnittfestigkeit gegenüber unbeimpften Kontrollwürsten zeigen. Kuchling (35) dagegen konnte bei der Verwendung von 6 von ihm isolierten Mikrokokkenstämmen als Starterkultur lediglich eine um einen Tag schnellere Umrötung gegenüber nicht beimpften Würsten beobachten. Die Unterschiede in der Intensität der Umrötung hatten sich bis zum Erreichen der gewünschten Konsistenz vollständig ausgeglichen, unterschiedlicher Geruch und Geschmack waren bei den fertigen Würsten ebenfalls nicht festzustellen.

Bei den von Kurdaskova (36) durchgeführten Vergleichsuntersuchungen, für die 8 Mikrokokkenstämmen und 1 Streptokokkenstamm aus russischen Rohwürsten isoliert und zur Beimpfung verwendet wurden, zeigten die Versuchswürste deutlich bessere organoleptische Eigenschaften als die ohne Starterkultur hergestellten Kontrollwürste. Leistner (39) berichtet aus den USA über die Verwendung von *Pediococcus-cerevisiae*-Starterkultur (ACCEL), bei deren Zugabe der pH-Wert schneller und tiefer abfällt (pH-Wert 5,1 bis 4,7) als bei unbeimpften Würsten (pH-Wert 5,5 bis 5,0). Er weist jedoch darauf hin, daß *Pediococcus-cerevisiae*-Kulturen keine nitratreduzierenden Eigenschaften besitzen, also für Rohwürste mit reiner Nitratpökellung ungeeignet sind. Außerdem werde von einigen Fleischwarenherstellern eingesetzt, das Aroma dieser Würste sei zu einseitig, da der Milchsäuregeschmack zu stark vorherrsche.

3. Technologie der Rohwurstreifung

Für die Qualität und Haltbarkeit der Rohwürste ist die gleichmäßige Feuchtigkeitsabgabe während der Reifung von ausschlaggebender Bedeutung.

Grad und Verlauf der Abtrocknung werden neben der Beschaffenheit des Ausgangsmaterials (qualitative Zusammensetzung, Zerkleinerungsgrad des Brätes) und dem

Kaliber der Würste vorwiegend von den klimatischen Verhältnissen während der Reifung beeinflusst. Nach Rigler (53) sind unter dem Begriff des "Klimas" die Witterungsverhältnisse einer Gegend oder eines Raumes in ihrer Gesamtheit als die Summe einzelner Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Luftdruck zu verstehen. Diese Faktoren sind einer dauernden Veränderung unterworfen und ergeben so die Vielfalt des Wetters oder Klimas.

Im Laufe der Zeit haben sich mehrere technologisch unterschiedliche Fertigungsverfahren bei der Rohwurstherstellung entwickelt, die sich vor allem in der Anwendung verschieden hoher Temperaturen und Luftfeuchtigkeitsgrade und der hieraus resultierenden unterschiedlichen Herstellungszeit unterscheiden.

α) Naturreifungsverfahren

Die ursprüngliche und älteste Art der Dauerwurstherstellung ist das Naturreifungsverfahren, wie es noch heute in Ungarn und Italien bei der Salamiproduktion (28) sowie in einzelnen Teilen Deutschlands (Holstein, Westfalen) bei der bäuerlich-ländlichen Rohwurstherstellung angewendet wird. Da man hierbei weitgehend von den natürlichen, örtlichen klimatischen Verhältnissen abhängig ist, eignen sich für das echte Naturreifungsverfahren nur jene Jahreszeiten, in denen die für die Reifung und Abtrocknung optimalen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse zusammenfallen. Die günstigsten Witterungsverhältnisse für das Naturreifungsverfahren herrschen in den feuchtkalten Herbst- und Frühjahrsmonaten mit Außentemperaturen zwischen + 10 und + 15°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit, die sich zwischen 85 und 95 % bewegt (53). Eine Möglichkeit, unabhängig von den jahreszeitlichen klimatischen Verhältnissen Rohwürste im

Naturreifeverfahren herzustellen, bieten die erst in den letzten Jahren auf den Markt gekommenen Klimaanlagen. Es handelt sich hierbei um besonders konstruierte Kammern aus korrosionsfreiem Material (vorwiegend V2A-Stahl), die bei einer aktiven Luftumwälzung eine exakte Regulierung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit ermöglichen (45). Die Klimaanlage gewährleistet durch den Einbau verschiedener technischer Einrichtungen wie Ent- und Befeuchtungsanlagen, Ventilatoren, Ent- und Belüftungskanälen und Kühlaggregaten unabhängig von den veränderlichen und jahreszeitlich bedingten klimatischen Verhältnissen der Außenwelt die genaue Einstellung und Aufrechterhaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Bereich zwischen $+ 10$ und $+ 30^{\circ}\text{C}$ und 60 bis 100 %. Eine Klimakammer ermöglicht somit die Rohwurstherstellung im Naturreifeverfahren, unabhängig von äußeren klimatischen Zufälligkeiten, während des gesamten Jahres. Es besteht außerdem die Möglichkeit, eine außerhalb liegende Räucherzeugungsanlage mit der Klimakammer zu verbinden. Da sich ein Umhängen der Würste dann erübrigt, kann der gesamte Herstellungsprozeß mit Umrötung, Bindung, Räucherung und Abtrocknung in einem Arbeitsgang durchgeführt werden (45). Gißke (19) hat in Klimaanlagen Messungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit durchgeführt und konnte in allen Kammerabschnitten die gleichen Meßwerte feststellen.

Die Rohwürste sollen bei einer Temperatur von höchstens $+ 18^{\circ}\text{C}$ gereift werden, die auch während der Räucherung nicht überschritten werden sollte (Aust (2), Bartels und Coretti (7), ten Cate (11), Gißke (19), Koch (32) und Nitsch (45)). In Verbindung mit dieser Reifungstemperatur soll die anfänglich hohe relative Luftfeuchtigkeit von 95 % im Laufe der ersten 3 bis 4

Tage allmählich auf 85 % gesenkt werden, wobei für eine gleichmäßige, nicht zu starke Luftbewegung gesorgt werden muß. Auch sollten die Würste nicht zu eng aneinander gehängt werden, um Stauungen in der Luftzirkulation zu vermeiden.

Da man bei Anwendung des Naturreifeverfahrens mit niedrigen Anfangstemperaturen (maximal + 18°C), verbunden mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit arbeitet, die während der gesamten Herstellung langsam und kontinuierlich gesenkt wird, laufen die mikrobiell-enzymatischen und chemischen Vorgänge entsprechend langsam ab. Hiermit verbunden ist eine zwar kontinuierliche, aber nur geringe tägliche Feuchtigkeitsabgabe, so daß die gesamte Herstellungszeit ausreichend gereifter und abgetrockneter Würste im Naturverfahren mehrere Wochen bis Monate in Anspruch nimmt.

β) Schnellverfahren

Bei den Schnellverfahren der Rohwurstherstellung wird durch die Anwendung höherer Temperaturen und niedrigerer relativer Luftfeuchtigkeiten eine schnellere Umrötung, Reifung und Bindung der Rohwürste zu erzielen versucht. Um eine gleichmäßige Abtrocknung der Wurst zu erreichen, insbesondere aber um eine Trockenrandbildung zu vermeiden, werden die Würste in den ersten 3 Tagen wechselnden Temperaturen und unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt. Durch diesen Wechsel soll die Wurst Wasser "ausschwitzen", das dann relativ schnell an die Außenluft abgegeben wird. Auch während der Räucherung wird dieses Wechselklima beibehalten.

Die Durchführung solcher "Schwitzrauchverfahren" ist unterschiedlich. Nach Koch (32) wird die Wurst nach ihrer Abfüllung in den Schwitzraum verbracht und etwa einen Tag einer Temperatur von + 15°C und einer rela-

tiven Luftfeuchtigkeit von 75 bis 85 % ausgesetzt. Danach werden durch Einleitung von Dampf die Temperatur auf + 25 bis + 28°C und die relative Luftfeuchtigkeit auf etwa 90 % erhöht. In Zeitabständen von 2 bis 3 Stunden wird die Temperatur wieder für einige Stunden auf etwa + 20°C gesenkt, um sie wiederum nach 2 bis 3 Stunden auf + 25 bis + 28°C zu erhöhen. Durch diesen ständigen Temperaturwechsel, der 2 bis 3 Tage fortgesetzt wird, schwitzt die Wurst, rötet um und erhält ihre Bindung.

Dieser Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel wird z.T. auch in der Weise durchgeführt, daß nicht ein zwei- bis dreistündiger Rythmus eingehalten wird, sondern nur ein täglicher Wechsel stattfindet. Auch die Höhe der angewandten Temperaturen und Feuchtigkeitsgehalte der Luft können, je nach der Erfahrung des für die Herstellung Verantwortlichen, von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich sein. Allen Modifikationen gemeinsam sind aber die Anwendung höherer Temperaturen und niedrigerer relativer Feuchten als beim Naturreifeverfahren und als kennzeichnendes Kriterium der rythmische Wechsel dieser Faktoren während der Reifung und Räucherung.

Durch die Anwendung hoher Temperaturen wird eine schnelle und tiefe Säuerung des Wurstgutes infolge intensiver bakterieller Milchsäurebildung erreicht. Durch diese schnelle und tiefe pH-Wert-Senkung (4,8 bis 4,5) kommt es zu einer verstärkten kolloid-chemischen Gelbildung aus den Eiweißstoffen des Wurstgutes. Dadurch bildet sich bei der im Schwitzverfahren hergestellten Rohwurst in wenigen Tagen eine pralle und schnittfeste Konsistenz aus. Parallel mit der verstärkten Gelbildung kommt es zu einer erhöhten Feuchtigkeitsabgabe des Wurstgutes, da das Wasserbindungsvermögen durch die kräftige pH-Wert-Senkung stark herabgesetzt wird (25).

Ten Cate (11) konnte zeigen, daß für die schnelle Abbindung der geschwitzten Würste weniger die Feuchtigkeitsabgabe als vielmehr die verstärkte Gelbildung verantwortlich ist. Naturgereifte Rohwurst dagegen erhält ihre Bindung und Schnittfestigkeit in erster Linie durch eine allmähliche, kontinuierliche Wasserabgabe, also durch starke Abtrocknung.

Das Schwitzverfahren wird vor allem bei der industriellen Rohwurstherstellung angewendet. Durch die Beschleunigung der Reifungsvorgänge wird bei diesem Verfahren eine Verkürzung der Herstellungszeit und damit eine frühere Verkaufsfähigkeit der Würste erreicht.

4. Räucherung

Nach erfolgter Umrötung und Abbindung werden die meisten Rohwurstarten einer Rauchbehandlung unterzogen, um ihnen durch die Einwirkung des Rauches und seiner Bestandteile einen bestimmten Geruch, Geschmack, eine ansprechende Rauchfarbe und eine verlängerte Haltbarkeit zu verleihen. Die Raucherzeugung erfolgt durch langsames Verschwelenlassen von Sägemehl verschiedener, naturbelassener Holzarten (65) bei Glimmtemperaturen zwischen $+ 250$ und $+ 400^{\circ}\text{C}$. Die im Schwitzverfahren hergestellten Rohwürste werden im Warmrauch bei einer Raumtemperatur von $+ 20$ bis $+ 25^{\circ}\text{C}$, die naturgereiften Würste bei Temperaturen zwischen $+ 15$ und $+ 18^{\circ}\text{C}$ zwei bis drei Tage lang geräuchert.

Während Grüttner und Lienhop (23) den einzelnen Rauchbestandteilen in ihrer keimhemmenden Wirkung eine besonders konservierende Bedeutung beimessen, beruht nach Koch (32) die haltbarmachende Wirkung im wesentlichen auf der mit der Räucherung einhergehenden Austrocknung. Durch die Verwendung verschiedener Holzarten als Räuchermaterial lassen sich unterschiedliche Geschmacks-

richtungen erzielen (Katenrauch-, Aalrauchgeschmack usw.).

Die Farbintensität kann sich zwischen hellbraun und schwarz bewegen, sie ist abhängig von der Einwirkungszeit und Temperatur des Rauches.

Die Versuche von Wilson (61) zur Klärung des Räuchermechanismus haben gezeigt, daß die Konzentration der sich absetzenden Rauchbestandteile bei einer Temperatur von $+ 28^{\circ}\text{C}$ am größten ist. Dabei erfolgt die Ausscheidung der Rauchpartikel auf die Hüllen des Rauchgutes und auf die Wände der Rauchkammer in unterschiedlichen Mengen. Der größere Anteil der Rauchbestandteile wird vom Räuchergut selbst aufgenommen, wobei sich jedoch nur ein geringer Teil auf der Oberfläche der Wursthülle absetzt. Der überwiegende Anteil befindet sich in den der Hülle unmittelbar anliegenden Schichten und nimmt zum Kern hin ab. Ein weiteres Vordringen der Rauchpartikel konnte Wilson (61) nach Beendigung des Räucher Vorganges nicht nachweisen.

5. Lagerung

Nach beendeter Räucherung wird die Rohwurst in einen abgedunkelten, oft klimatisierten Trockenraum verbracht. Als günstig haben sich Temperaturen von $+ 12$ bis $+ 14^{\circ}\text{C}$, eine relative Luftfeuchtigkeit von 75 bis 80 % und eine schwache Luftzirkulation erwiesen. Hier trocknen und reifen die Rohwürste weiter und die während der ersten Herstellungstage begonnenen Prozesse der Bindung, Fermentierung und Aromatisierung werden in dieser letzten Herstellungsphase vollendet.

Die Dauer der Abtrocknung richtet sich nach der Wurstart und dem Herstellungsverfahren, sie bewegt sich zwischen zwei Wochen und mehreren Monaten. Während man bei schnellgereiften und zum alsbaldigen Verzehr bestimmten Würsten eine Abtrocknungszeit von 10 bis 14 Tagen für

ausreichend hält (ten Cate (11)), ist nach Imre (27), Kárpáti und Nemes (29) und Pezacki (50) das ausgewogene Aroma und die bekannt lange Haltbarkeit ungarischer und italienischer Rohwürste auf die bis zu 3 Monaten dauernde Abtrocknung zurückzuführen. Während dieser langen Lagerung werden den Dauerwürsten, wie der ungarischen Salami, bis zu 50 % ihrer ursprünglichen Feuchtigkeit entzogen (27), wobei der Säuregrad des Wurstgutes pH-Werte von 6,2 bis 6,3 nicht übersteigt (29). Diese beiden Bedingungen, eine starke, kontinuierlich ablaufende Abtrocknung sowie ein genügend tiefer Säuregrad sind nach Imre (27) die Grundvoraussetzung für die lange Haltbarkeit ungarischer Rohwürste.

III. Organoleptische Eigenschaften der Rohwurst

Der Verbraucher erwartet beim Kauf einer Rohwurst neben der durch Artbezeichnung und Deklaration festgelegten geweblichen Zusammensetzung bestimmte organoleptische Eigenschaften der Ware. Die Rohwurst soll in ihrer äußeren Herrichtung und Beschaffenheit, dem Aussehen und der Farbe des Anschnittes, der Konsistenz und Schnittfähigkeit, in Geruch und Geschmack und schließlich in der Farbhaltung bestimmte Anforderungen erfüllen. Bei der Bewertung von Rohwürsten im Rahmen der "DLG-Qualitätsprüfung für Fleischwaren und Feinkost-erzeugnisse" (67), die im wesentlichen auf der organoleptischen Überprüfung der eingesandten Würste beruht, wird ebenfalls nach diesen Kriterien beurteilt.

Bei der Beurteilung der äußeren Herrichtung und Beschaffenheit ist das Augenmerk auf die Beschaffenheit der Wursthülle, ihre Farbe, ihre Verbindung mit dem Wurstgut und eventuelle Auflagerungen zu richten.

Die Wursthülle soll in ihrer gesamten Ausdehnung dem Wurstgut fest und glatt anliegen und keine Falten und Furchen aufweisen. Bei geräucherten Rohwürsten soll sie eine gleichmäßige, braunrote, nicht zu dunkle Rauchfarbe haben. Mit Ausnahme des für bestimmte Wurstarten charakteristischen und erwünschten Schimmelbelags (ungarische und italienische Salami) sollen auf der Oberfläche der Wurst keine Auflagerungen vorhanden sein. Nach dem Anschneiden soll sich die Wursthülle leicht und ohne größeren Substanzverlust vom Wurstgut ablösen lassen. Auf dem Anschnitt soll ein klares Schnittbild sichtbar werden. Die leuchtend- pökelroten Muskelfleischpartikel sollen sich deutlich gegen die weißen Speckpartikel absetzen. Die Größe und Verteilung der Partikel sollen möglichst gleichmäßig sein. Erwünscht sind eine gleichmäßige Farbe und Konsistenz des ganzen Anschnitts, insbesondere soll die der Wursthülle anliegende Randschicht keine merklich dunklere Farbe und kompaktere Konsistenz als der Wurstkern haben. Von einer schnittfesten Rohwurst wird erwartet, daß sie eine feste Konsistenz hat und gut gebunden ist. Sie soll sich gut in Scheiben schneiden lassen, die Wurstscheiben sollen einen festen Zusammenhalt aufweisen und nicht zerfallen oder bröckeln.

Der Geruch und Geschmack der Rohwurst werden einerseits durch ihre gewebliche Zusammensetzung, die Salzung und Würzung bestimmt, andererseits jedoch von Geruchs- und Geschmacksstoffen stark beeinflusst, die erst während der einzelnen Herstellungsphasen entstehen. Eine ausgereifte Rohwurst soll sich durch einen reinen aromatischen, ausgewogenen Geruch und Geschmack auszeichnen. Einseitiges Vorherrschen bestimmter Gewürze, salziger Geschmack, bittere, beißig-kratzende und andere untypische Geschmackskomponenten sind nicht er-

wünscht. Ein milder, pikant-säuerlicher Geschmack, wie er häufig festzustellen ist, gehört zum normalen Aroma der Rohwurst, für einige Rohwurstarten (Cervelatwurst, Teewurst) ist er typisch (7). Ein ausgesprochen saurer Geschmack dagegen ist als Qualitätsmangel anzusehen. Bei übermäßiger Säuerung kann die Rohwurst sogar als verdorben anzusprechen sein.

Als weiteres Qualitätskriterium ist die Farbhaltung anzusehen. Von einer guten Rohwurst wird erwartet, daß die Farbe des Anschnittes unter dem Einfluß von Licht für mehrere Stunden erhalten bleibt und nicht verblaßt oder in graue, braune oder grüne Farbtöne umschlägt.

IV. Die häufigsten Qualitätsmängel bei Rohwürsten und ihre Ursachen

a. Mängel in der äußeren Herrichtung und Beschaffenheit

Als häufigste Mängel in der äußeren Herrichtung und Beschaffenheit fanden Bartels und Coretti (7), Coretti (14) und Heidtmann (26) eine mehr oder weniger starke Faltenbildung und Ablösung der Hülle, ein Beschlagen und Verschimmeln der Wursthülle, Auflagerungen von ausgeschwitztem Fett auf der Oberfläche sowie eine ungleichmäßige oder zu dunkle Rauchfarbe. Eine dem Wurstgut nicht glatt anliegende, faltige Hülle lag bei Rohwürsten vor, die fehlerhaft getrocknet, zu warm oder zu trocken geräuchert worden waren (7). Bei zu hohen Temperaturen (über + 22°C) und zu niedriger relativer Luftfeuchtigkeit (unter 85 %) kommt es zu einer zu schnellen und starken Abtrocknung der Randschicht und einer vorzeitigen Verhärtung der Hülle, die dann dem bei der Trocknung schrumpfenden Wurstgut nicht mehr elastisch folgen kann, faltig wird und sich teilweise

ablöst (2, 7, 11, 13).

Unter Beschlagen (Bereifen) versteht man einen abnormen Befall der Wursthülle mit Hefen und Bakterien, der sich in einem weißen, grauweißen, bisweilen auch farbigen, trockenen oder schmierigen Belag äußert (7, 40). Beim Verschimmeln handelt es sich um einen unerwünschten Belag, der je nach Schimmelart verschiedenfarbig (weiß, grau, grün) ist. Der Schimmelbefall zieht nach Walz (59) auch häufig bis unter die Wursthülle, wodurch die Wurst ein fleckiges Aussehen erhält. Die Schimmel und schimmelhähnliche Keimarten gehören nach Leistner (40) vorwiegend zu den Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Actinomyces*. Diese Keime sind in der Lage, Zellulose zu zersetzen und sind häufig für Hüllendefekte bei Rohwürsten verantwortlich, die in Kunstdärme auf Zellulosebasis abgefüllt sind (40).

Beschlagen und Verschimmeln wird vorwiegend bei Rohwürsten beobachtet, die zu warm und feucht gereift und geräuchert wurden, besonders aber bei geschwitzten Würsten (Bartels und Coretti (7), Coretti (14), Kniewallner und Haas (31)). Bartels (3) weist darauf hin, daß ein wiederkehrendes Beschlagen und Verschimmeln nur dann wirksam bekämpft werden kann, wenn die zur Rohwurstreifung benutzten Räume und Geräte (Wurstspieße, Regale usw.) vor jeder erneuten Benutzung mit gegen Schimmel wirksamen Mitteln gründlichst desinfiziert werden. Er empfiehlt für die Wände der Reifungsräume einen Anstrich mit abwaschbarem, leicht zu desinfizierendem Schimmelschutzlack sowie die Verwendung von Wurstspießen und Regalen aus Metall (7).

Beim Fettausschwitzten der Rohwürste tritt das im Brät enthaltene Fett teilweise durch fettdurchlässige oder defekte Hüllen aus dem Wurstgut aus und verschmiert

die Oberfläche. Die Ursache kann in der Verwendung von zu weichem Speck, wie Bauhspeck oder Speckteilen von fehlerhaft gefütterten Tieren, liegen, da dieser viel niederschmelzende ölige Bestandteile enthält, die sich bei höheren Reifungs- und Räuchertemperaturen (über + 20°C) absetzen.

In den meisten Fällen liegt die Ursache des Fettausschwitzens in der Anwendung zu hoher Reifungs-, Räucherungs- und Trocknungstemperaturen. Bartels und Coretti (7), Kniewallner und Haas (31), Politi, Colla und Corberi (52) haben gezeigt, daß bei Reifungstemperaturen von über + 22°C das Wurstfett zu schmelzen beginnt und sich ein dünner Fettfilm zwischen Wurstgut und Wursthülle bildet. Dieser Fettfilm verhindert ein Durchdringen der Feuchtigkeit aus dem Wurstinernen und ihre Abgabe nach außen. Hierdurch vergrößert sich der Innendruck und preßt das Fett in die Wurstzipfel, von wo es nach außen gedrückt wird. Bartels und Coretti (7) haben mehrfach bei fettausschwitzenden, fehlerhaften Rohwürsten sogenannte "Fettstraßen" feststellen können, wenn das Fett auf dem Wege der Zipfelfalten nach unten abgeflossen war. Diese Würste zeigten gleichzeitig eine unbefriedigende und ungleichmäßige Rauchfarbe, da die Rauchpartikel diese Fettauflagerungen gar nicht oder nur unzureichend durchdringen können (Wilson (61)).

b. Mängel in Aussehen und Farbe des Anschnittes

Nach den Untersuchungen von Bartels und Coretti (7) sind mangelhafte Umrötung des Wurstgutes, unklares Schnittbild sowie Kern- und Randverfärbungen die am häufigsten zu beobachtenden Mängel des Anschnittes.

Während eine gut und ausreichend umgerötete Rohwurst eine leuchtend pökelrote Anschnittfarbe zeigt, haben mangelhaft umgerötete Würste einen blassen, hell-

rosafarbenen Anschnitt. Die Farbintensität des Anschnittes ist abhängig von der Menge des gebildeten Pökelrots. Eine ausreichende Menge Pökelrot (Stickoxy-myoglobin) kann sich aber nur bilden, wenn einerseits genügend myoglobinhaltiges Ausgangsmaterial (Fleisch) vorhanden ist und andererseits während der Reifung genügend Stickoxyd aus den zugegebenen Umrötestoffen gebildet wird. Sowohl ein zu geringer Fleischanteil als auch eine zu geringe Zugabe von Salpeter oder Nitrit-pökelsalz können eine mangelhafte Farbbildung bedingen. Trotz ausreichender Salpeterzugabe kann es zu einer mangelhaften Umrötung kommen, wenn die zur Reduktion des Salpeters zu Nitrit erforderliche Mikroflora durch ungünstige Milieuverhältnisse oder durch das Vorliegen einer antagonistischen säurebildenden Flora im Brät ihre nitratreduzierende Tätigkeit vermindert oder vorzeitig einstellt (Bartels und Coretti (7)). Nach Niinivaara (42) liegt das zum bakteriell-enzymatischen Salpeterabbau erforderliche pH-Optimum zwischen 6,0 und 5,5. Wird dieser Bereich zu schnell durchschritten und werden die nitratreduzierenden Mikrokokken in ihrer Entwicklung und Tätigkeit dadurch gehemmt, so bleibt der Salpeterabbau unvollständig. Bartels und Coretti (7) konnten Umrötungsfehler besonders bei geschwitzten Rohwürsten, bei denen infolge zu hoher Temperaturen während der Reifung eine zu stürmische und starke Säuerung stattgefunden hatte, feststellen. Neben der Anwendung zu hoher Reifungstemperaturen liegt nach Coretti (17) die Ursache für eine zu stürmische Säuerung häufig in der Zugabe zu großer Zuckermengen zum Brät, wodurch das Wachstum der Milchsäurebakterien stark gefördert wird.

Verwaschene, unklare Schnittbilder können durch eine mangelhafte, technische Beschaffenheit der Zerkleiner-

runungsgeräte (Wolf, Kutter) oder durch die Verwendung ungenügend gekühlten oder zu weichen Speckes zur Brätherstellung bedingt sein. Bei stumpfen Schneidwerkzeugen wird das Rohmaterial nicht geschnitten sondern gerissen und gequetscht. Hierbei kommt es zu einer verstärkten Erwärmung des Brätes, einem vermehrten Austritt des Fleischsaftes und einem Schmieren des Speckes (7). Ungenügend gekühlter oder zu weicher Speck läßt sich dagegen auch mit scharfen Kuttermessern nicht glatt schneiden. Durch die während des Zerkleinerns entstehende Bräterwärmung treten ölige Bestandteile aus dem Speck aus und verschmieren das Wurstgut.

Einen weiteren häufigen Rohwurstfehler, der oft im Zusammenhang mit fehlerhafter Reifung, Räucherung und Trocknung auftritt, stellen die Kernverfärbungen dar. Die grauen, braunen oder grünen Verfärbungen beschränken sich häufig nur auf ein engbegrenztes, etwa pfenniggroßes Kerngebiet, können aber bei größerer Ausdehnung bis an eine fingerbreite Randzone heranreichen (7). Das von der Kernverfärbung nicht betroffene Wurstgut weist häufig eine fast normale pökelrote Farbe auf. Der Kernverfärbung liegen farbige Umwandlungs- und Abbauprodukte des Myoglobins zugrunde, die in unterschiedlicher Zeitfolge auftreten. Bartels und Coretti (7) konnten feststellen, daß gewisse grüne Muskelfarben immer zuerst auftraten. Sie fanden einen grünen Kern überwiegend bei frischen Würsten, während ältere Fehlfabrikate durch fortgeschrittenen Abbau des Myoglobins braune oder graue Farbabweichungen im Wurstkern aufwiesen.

Kernverfärbungen können durch verschiedene Faktoren bakterieller und technologischer Art hervorgerufen werden (Bartels (3), Barth (8), ten Cate (12) und Coretti (13)). Coretti (13) wies nach, daß gewisse peroxydbildende

Milchsäurebakterien die Fähigkeit besitzen, durch Bildung von Peroxydase das Myoglobin unter geeigneten Bedingungen in grüne, braune oder graue Farbprodukte abzubauen. Bartels und Coretti (7) entdeckten häufig grüne Farbabweichungen bei schnellgereiften Rohwürsten, die aus Hausschlachtungen stammten und bereits Innenfäulnis zeigten. In diesen Würsten konnten sich durch mangelhafte Hygiene bei der Herstellung und zu hohen Reifungstemperaturen vermehrt schwefelwasserstoffbildende Fäulnisbakterien entwickeln. Die durch bakterielle Eiweißzersetzung freigewordenen Sulfhydrylgruppen (SH-Gruppen) der Aminosäuren hatten sich mit dem Muskelfarbstoff zum grünen Sulfmyoglobin verbunden und die grünen Kernverfärbungen hervorgerufen. Bei im Schnellverfahren hergestellten, relativ frischen Rohwürsten sind nach Bartels und Coretti (7) häufiger Kernverfärbungen zu beobachten als bei älteren, naturgereiften Würsten. Als Ursache ist die oft mangelhafte Umwandlung des farblabilen Myoglobins zu farbstabilem Stickoxymyoglobin anzusehen. Da Myoglobin im Vergleich zum Stickoxymyoglobin gegenüber oxydativen Farbveränderungen labiler ist, waren schnellgereifte, mangelhaft umgerötete Rohwürste besonders anfällig für Kernverfärbungen. Bartels und Coretti (7) und Pezacki (50) konnten Kernverfärbungen auch bei Rohwürsten feststellen, zu deren Herstellung Fleisch mit einem hohen pH-Wert (pH um 6,0 und darüber) verwendet wurde. In diesen Fällen wurden die zur genügenden Freisetzung von Stickoxyd erforderlichen, optimalen pH-Werte nicht erreicht, so daß nur unzureichend Pökelfarbstoff gebildet wurde und die Würste vergrauten. Bartels (3) weist darauf hin, daß manche normal geschlachteten Tiere auch nach der üblichen Abhängszeit ein Fleisch mit verhältnismäßig hohem pH-Wert liefern.

Er empfiehlt daher eine vorherige Messung des pH-Wertes, wenn das Fleisch für die Herstellung von Rohwürsten vorgesehen ist.

Zu hoher Zusatz von leicht vergärbarem Zucker zum Rohwurstbrät kann ebenfalls zu Kernverfärbungen führen.

Coretti (13) stellte bei Würsten mit Kernverfärbungen häufig Zuckermengen von 1,5 % und höher fest. Übermäßige Säurebildung durch zuckerspaltende Bakterien mit den bereits besprochenen Folgen war in diesen Fällen die Ursache für die mangelhafte Umrötung im Kern. Am häufigsten treten Kernverfärbungen im Zusammenhang mit Trocknungsfehlern auf (Bartels und Coretti (7), ten Cate (11), Heidtmann (26) und Kárpáti und Nemes (29)).

Infolge zu hoher Temperaturen, zu trockener oder zu bewegter Luft während der Reifung, Räucherung und Abtrocknung entstehen je nach Intensität und Dauer der fehlerhaften Einwirkungen mehr oder weniger starke Trockenränder, die mit Austrocknung und Verhärtung der Wursthüllen einhergehen. Durch vorzeitiges Abtrocknen der Randzone und der Wursthülle wird eine kontinuierliche Feuchtigkeitsabgabe von innen nach außen durch Verlegung der Atmungskanäle in den Randgebieten verhindert. Die im Wurstkern verbleibende Feuchtigkeit läßt bei höheren Temperaturen je nach Keimbefall verschiedene unerwünschte Keime (*Coli-Proteus*-Bakterien, aerobe Sporenbildner) in verstärktem Maße zur Entwicklung kommen. Diese Keime können den Muskelfarbstoff zerstören und in Fehlfarben umwandeln (7). In der Regel werden derartige Keime bei einer einwandfrei reifenden Rohwurst durch ihre normale Mikroflora sowie durch die Hemmwirkung der Zusätze weitgehend unterdrückt. Beim Vorliegen wachstumsfördernder Milieubedingungen verschiebt sich das normale mikrobielle

Verhältnis zugunsten der Zersetzungskeime. Bartels und Coretti (7) weisen wiederholt darauf hin, daß häufig die in der warmen Jahreszeit hergestellten Rohwürste, bei deren Brätherstellung es infolge einer mangelhaften Verarbeitungshygiene oder der Verwendung stark verkeimter Gewürze sowie einer unzureichenden Kühlhaltung der Produktionsstätten zu einer massiven Anreicherung zersetzender Keime kommt, zu Kernverfärbungen neigen.

c. Mängel in der Konsistenz und Schnittfähigkeit

Kernverfärbungen bei Rohwürsten treten meist in Verbindung mit Fehlern in der Konsistenz und Bindung auf (Bartels und Coretti (7), Gißke (19), Kniewallner und Haas (31)). Dabei handelt es sich um Trockenrandbildung, Hohlraumbildung und Porosität, mangelhafte Bindung und Schnittfestigkeit sowie um eine weiche und feuchte Beschaffenheit des Kernes oder der gesamten Wurst.

Trockenrandbildungen sind die häufigsten Begleiterscheinungen bei fehlerhaft getrockneten Rohwürsten. Sie lassen sich an der dem übrigen Wurstgut gegenüber dunkleren und kompakteren Randzone erkennen, deren Breite von der Einwirkungsdauer der auslösenden fehlerhaften Trocknungsbedingungen abhängt und bis zu 10 mm betragen kann. Die Wursthüllen solcher Würste sind in der Regel trocken, spröde, häufig faltig und nicht selten vom Wurstgut abgelöst.

Trockenränder entstehen immer dann, wenn die Reifung oder Räucherung, besonders aber die Nachtrocknung bei zu hohen Temperaturen in Verbindung mit zu niedrigen relativen Luftfeuchtigkeiten vorgenommen wird. Zu einem einseitigen Trockenrand kommt es, wenn die Würste einer einseitigen Luftbewegung (Zugluft) ausgesetzt werden. Am häufigsten wurden von Bartels und Coretti (7) Trock-

nungsfehler bei Würsten beobachtet, die im Schnellverfahren (Schwitzrauch) hergestellt waren und bei deren Reifung, Räucherung und Abtrocknung Temperaturen zwischen + 25 und + 28°C und relative Luftfeuchtigkeiten zwischen 50 und 60 % angewendet worden waren.

Nicht selten treten als Folge einer fehlerhaften Abtrocknung Hohlraumbildungen im Wurstinneeren auf. Die Würste zeigen im Kern Hohlstellen, Risse oder Spalten, die häufig die ganze Wurst erfassen und am deutlichsten nach dem Längsaufschneiden zu sehen sind. Der Trockenrand dieser Würste löst sich oft unter Hohlraumbildung vom übrigen Wurstgut ab (Coretti (13)). Bei Würsten, bei denen es als Folge von Trocknungsfehlern zur Hohlraumbildung gekommen ist, sind regelmäßig Gewebsbrücken, von einer Seite des Hohlraumes zur anderen ziehende Gewebefäden, festzustellen. Diese Gewebsbrücken zeigen, daß zunächst eine Bindung des Wurstgutes bestanden hatte, die erst im Verlauf der fehlerhaften Trocknung unter Hohlraumbildung verloren gegangen ist. Bei lose gestopften Würsten fehlen dagegen diese Gewebefäden, da bei diesen Würsten im Bereich der Hohlstellen von vornherein keine Bindung zustande gekommen war (Bartels und Coretti (7)). Nach Aust (2), Bartels und Coretti (7) und Coretti (13) können sich die Hohlstellen bei groben Trocknungsfehlern sehr schnell entwickeln und einen derartigen Umfang annehmen, daß sie die Würste durch starke Furchen oder Vorwölbungen völlig deformieren.

Als weitere Folgeerscheinung von Trocknungsfehlern weisen die Rohwürste häufig eine mangelhafte Bindung und Schnittfestigkeit auf. Das Wurstgut ist bröckelig und ohne Zusammenhalt und läßt sich nur schlecht oder gar nicht in Scheiben schneiden. Nach Kotter und Prändl (33) steht die Bindung der Rohwurst in engem Zusammenhang

mit der Änderung des kolloid-chemischen Zustandes des Fleischeiweißes während der Reifung. Der kolloid-chemische Zustand des Muskeleiweißes geht nach ten Cate (11) bei üblicher Salzung bei einem pH-Wert von etwa 5,4 aus dem Sol- in den Gelzustand über, wobei es zur Vernetzung der Fleischpartikel und somit zur Bindung des Wurstgutes kommt. Werden während der ersten Reifungstage zu hohe Trocknungstemperaturen angewendet, so wird infolge einer zu stürmischen und starken Säuerung das für die Bindungsvorgänge erforderliche pH-Optimum von 5,4 zu schnell unterschritten und die Bindung des Brätes kann sich nur ungenügend ausbilden. End-pH-Werte von 4,9 bis 5,0, wie sie von Bartels und Coretti (7) bei noch frischen, schlecht abgebundenen und mangelhaft schnittfesten Rohwürsten gemessen wurden, weisen auf eine zu starke Säuerung als Ursache für diese Qualitätsmängel hin. Neben klimatisch bedingten Trocknungsfehlern liegt die Ursache für Konsistenzmängel bei Rohwürsten nicht selten in der fehlerhaften Auswahl des Ausgangsmaterials. Nach Aust (2), Bartels und Coretti (7) und Koch (32) zeigen Rohwürste trotz ausreichender Bindung eine oft weiche, teigige Beschaffenheit, wenn zur Herstellung schlachtwarmes Fleisch oder Fleisch von zu jungen Tieren verwendet wurde. Dieses Fleisch besitzt ein hohes Wasserbindungsvermögen, wodurch eine ausreichende Wasserabgabe, wie sie für die Festigkeit der Rohwurst erforderlich ist, erschwert wird. Die gleichen Konsistenzfehler beobachteten Bartels und Coretti (7), wenn Würste unter Verwendung von weichem Speck hergestellt und anschließend bei zu hohen Temperaturen gereift und geräuchert wurden. Die durch die hohen Temperaturen aus dem weichen Speck freigesetzten öligen Anteile setzen sich zwischen den Fleischpartikeln und un-

ter der Wursthülle ab, erschweren dadurch die Feuchtigkeitsabgabe aus dem Wurstinnern und bedingen so eine weiche Konsistenz der Wurst.

d. Mängel in Geruch und Geschmack

Geruchs- und Geschmacks-mängel bei Rohwürsten beruhen in der Regel auf einer Fehlsteuerung der bakteriell- enzymatischen Vorgänge während der Reifung. Häufig sind derartige Mängel mit Fehlern in der Konsistenz und Bindung, aber auch im Aussehen und Farbe vergesellschaftet. Bei industriell hergestellten Rohwürsten wird als häufigster Fehler eine übermäßige Säuerung festgestellt. Die Würste können nur geringgradig übersäuert sein, so daß sie noch genießbar sind, die Säuerung kann aber bisweilen auch so stark entwickelt sein, daß die Würste für den menschlichen Genuß nicht mehr geeignet sind. Übersäuerungen entstehen, wenn die im Brät vorhandenen kohlenhydratspalten- den und säurebildenden Keime, insbesondere die Laktobazillen, durch geeignete Milieubedingungen zu starker Vermehrung und Stoffwechselaktivität angeregt werden (Bartels und Coretti (7)). Bei hohen Reifungstemperaturen und hohem Feuchtigkeitsgehalt, wie sie beim Schwitzrauchverfahren zur Anwendung kommen, ist die Gefahr der Übersäuerung besonders groß, Wenn außerdem noch übermäßig hohe Zuckermengen dem Brät zugesetzt werden, wie es häufig bei im Schnellverfahren hergestellten Rohwürsten beobachtet werden kann, erfährt die Entwicklung der Säurebildner eine weitere Stimulierung, so daß Übersäuerungen dann besonders leicht möglich sind. Rohwürste, bei denen es durch ungeeignete Reifungsbedingungen zur Ausbildung eines Trockenrandes gekommen ist, weisen fast regelmäßig Geruchs- und Geschmacksveränderungen auf. Die durch den verdichteten Trockenrand behinderte ausreichen-

de Wasserabgabe aus dem Wurstkern und die damit verbundene hohe Feuchtigkeit des Brätes sind für eine starke Keimentwicklung besonders förderlich. Neben der erwünschten Bildung von Milchsäure entstehen durch heterofermentative Laktobazillen-Stämme in erhöhtem Maße Essigsäure, Buttersäure und Propionsäure, die Geschmacksbeeinträchtigungen bedingen.

Bakterielle Ursachen hat auch die als "Beißigkeit" bezeichnete Geschmacksveränderung fehlerhafter Rohwürste (Bartels und Coretti (7)). Besonders Proteolyten und Lipolyten, aber auch Laktobazillen, die niedermolekulare Stickstoffverbindungen (Aminosäuren) abbauen, sind dafür verantwortlich. Die "Beißigkeit" wird oft als Vorstufe der Ranzigkeit beobachtet.

Ranzigkeit und Fäulnis werden besonders bei Rohwürsten festgestellt, die aus Hausschlachtungen stammen. Stark keimhaltiges Rohmaterial durch mangelhafte Schlacht- und Verarbeitungshygiene, ungenügende Kühlung des Fleisches und des Fettgewebes sowie unzureichende Reifungs-, Räucherungs- und Abhängebedingungen kommen als Ursachen in Betracht.

Stickigkeit kann auftreten, wenn Fleisch zur Rohwurstherstellung benutzt wurde, das einer stickigen Reifung unterlegen hatte.

•. Mängel in der Farbhaltung

Bisweilen kann man beobachten, daß Rohwürste im Anschnitt einwandfrei und gut umgerötet aussehen, ihre Anschnittfarbe aber unter dem Einfluß von Licht, Luft und Wärme schnell verblaßt. Bartels und Coretti (7) konnten bei ursprünglich farblich einwandfrei erscheinenden Rohwürsten häufig feststellen, daß die Schnittflächen dieser Würste fast völlig vergrauten oder einen

bräunlichen oder grünlichen Farbton bekamen. Diese nachträglichen Farbveränderungen (mangelhafte Farbhaltung) werden durch mißfarbene Oxydationsprodukte hervorgerufen, die sich in Gegenwart von Licht bei Zimmertemperatur unter Mitwirkung des Luftsauerstoffs aus dem Myoglobin des Fleisches bilden. Nach Bartels und Coretti (7) lassen sich diese Verfärbungsvorgänge durch Aufbewahrung der angeschnittenen Würste in dunklen Räumen bei niedriger Temperatur wesentlich verlangsamen.

Als Ursache für eine schlechte Farbhaltung ist die Verwendung von Fleisch mit unzureichendem Myoglobingehalt und ein mangelhaftes Angebot an Pökelstoffen anzusehen.

Auch die Verwendung von ungenügend gekühltem Fleisch und Speck, die Verarbeitung zu feuchten Fleisches, das Schmieren des Brätes bei stumpfer Zerkleinerung sowie zu warme Reifung und Räucherung bilden nach den Untersuchungen von Aust (2), Bartels (3) und ten Cate (11) häufig die Ursachen für eine schlechte Farbhaltung.

Nach Tändler (57) ist die Farbhaltung bei Rohwürsten, die mit Nitritpökelsalz hergestellt wurden, weniger stabil als bei der Verwendung von Salpeter. Mit Nitrat erzielt man zwar eine langsamere Umrötung als mit Nitritpökelsalz; das Nitrat bietet aber eine gewisse Pökelstoffreserve, so daß auch nach beendeter Herstellung noch Umrötungsprozesse ablaufen können, die für eine gute Farbhaltung vorteilhaft sind.

C. Eigene Untersuchungen

Durch eigene Untersuchungen sollte die Frage geklärt werden, ob und inwieweit sich Rohwürste gleicher Rezeptur durch Anwendung verschiedener Herstellungsverfahren, nämlich des Klimaverfahrens und des Schwitzrauchverfahrens, zum Zeitpunkt ihrer Verkehrsfähigkeit qualitätsmäßig voneinander unterscheiden. Dazu wurden Rohwürste fünf verschiedener Herstellungsschargen nach Abschluß der Reifung organoleptisch untersucht. Außerdem wurden während des Herstellungsprozesses die Veränderungen des pH-Wertes, der Peroxydzahl, des Fett- und Kochsalzgehaltes untersucht. Diese Laboruntersuchungen sollten einen Einblick in den unterschiedlichen Ablauf der Reifung bei den beiden Verfahren geben. Insbesondere sollte gezeigt werden, in welcher Weise die unterschiedlichen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse diese Werte beeinflussen und welche Beziehungen zwischen den Ergebnissen der organoleptischen Untersuchungen und den Laboruntersuchungen bestehen. Durch die täglich durchgeführten Gewichtskontrollen sollte schließlich festgestellt werden, ob und in welchem Maße sich die täglichen Gewichtsverluste, hervorgerufen durch die Feuchtigkeitsabgabe, bei den verschiedenen Reifeverfahren voneinander unterscheiden und mit welchen Trockenverlusten bei Anwendung des Schwitzrauch- und Naturreifeverfahrens zu rechnen ist.

I. M a t e r i a l

Die vergleichenden Untersuchungen über den Einfluß des Klimaverfahrens und des Schwitzrauchverfahrens auf die Qualität von Rohwürsten wurden in der Fleischwarenfabrik "Schafft", Zweigniederlassung der "Deutsche Lebensmittelwerke G.m.b.H." in Ansbach/Mfr. durchgeführt. Die Firma stellte die Einrichtungen des Werklabors sowie eine eigens für Rohwurstuntersuchungen erbaute Klimaanlage zur Verfügung.

Unter Anleitung eines Metzgermeisters wurden folgende Rohwurstarten nach den unten angegebenen Rezepturen angefertigt:

1. Salami Ia
2. Salami mittlere Qualität
3. Schlackwurst
4. Plockwurst mittlere Qualität
5. Plockwurst einfach

Für jeden Versuch wurden 10 kg Rohwurstbrät hergestellt. Bei allen Wurstarten handelte es sich sowohl hinsichtlich der Zusammenstellung des Rohmaterials als auch der Zugabe an Salz, Umrötestoffen und Gewürzen um Rezepturen, wie sie im Betrieb bei der laufenden Produktion angewendet wurden.

Salami Ia

Das Rohmaterial bestand aus 4 kg magerem Rindfleisch, 1,5 kg magerem Schweinefleisch, 2 kg entschwartetem Schweinebauch und 2,5 kg kernigem Speck.

Pro kg Brät wurden 30 g Kochsalz, 7 g PROPIDIN und 4 g einer fertigen Gewürzmischung für Salami zugegeben. Das PROPIDIN ist ein Präparat zur Herstellung von Rohwurst der Fa. Karl Konrad KG, Kirchheimbolanden, das zum Rösten von Fleischerzeugnissen, die ohne Nitritpökelsalz

hergestellt wurden, verwendet wird. Es hat nach Angaben der Herstellerfirma einen Salpetergehalt von 7 %. Die übrige Zusammensetzung wird von der Herstellerfirma nicht bekannt gegeben.

Der Zusatz von 7 g PROPIDIN auf 1 kg Rohwurstbrät entspricht einem Salpetergehalt von 0,49 g Salpeter pro kg Brät und liegt somit im Rahmen der durch die "Verordnung über Fleisch und Fleischerzeugnisse" vom 19.12.1959 zugelassenen Höchstmengen.

Das Rind- und Schweinefleisch wurden gut entseht, das sichtbare Fett wurde entfernt. Danach wurde es in Würfel von etwa 5 cm Kantenlänge geschnitten und im Kühlhaus bei + 4°C einen Tag lang abgetrocknet. Der Schweinebauch und der Speck wurden sorgfältig entschwartet und klirrend hart gefroren.

Zur Brätherstellung wurde das Rindfleisch mit PROPIDIN vermengt, anschließend durch die 2 mm-Scheibe gewolft und dann in die Kutterschüssel gegeben. Nachdem das Schweinefleisch, der Speck und der Schweinebauch zugegeben worden waren, wurde so lange gekuttert, bis eine mittelgrobe Körnelung erreicht war. Zu Beginn des Kutters wurden das Kochsalz und die Gewürze, später 2 cl Cognac zugegeben. Das fertige Brät hatte eine Temperatur von - 2°C und wurde in Naturin-Därme von 75 mm Kaliber abgefüllt.

Salami mittlere Qualität

Die Herstellung erfolgte wie bei der Salami Ia, nur mit dem Unterschied, daß Rind- und Schweinefleisch nur grob entseht und vom Fettgewebe befreit wurden.

Schlackwurst

Die Schlackwurst setzte sich zusammen aus 2 kg magerem

Rindfleisch, 5 kg magerem Schweinefleisch und 3 kg kernigem Speck.

Pro kg Brät wurden 28 g Kochsalz, 6 g PROPIDIN, 3 g Fertiggewürz und 1 Eßlöffel Rum zugefügt.

Das Rind- und Schweinefleisch wurden wie bei der Salami Ia sorgfältig vom Bindegewebe und Fett befreit, in Würfel geschnitten und einen Tag lang bei + 4°C gekühlt. Anschließend wurden der Speck und das Magerfleisch mit der halben Kochsalzmenge vermischt und durch die 2 mm-Scheibe gewolft. Danach wurde das gewolfte Brät unter Zugabe des restlichen Kochsalzes, des PROPIDINS, der Gewürze und des Rums so lange gekuttert, bis eine feine Körnelung vorhanden war. Das fertige Brät hatte eine Temperatur von + 1°C und wurde in Naturin-Därme von 80 mm Kaliber abgefüllt.

Plockwurst mittlere Qualität

Zur Herstellung wurden 6 kg Schweinefleisch wie gewachsen, 1,5 kg Schweinebauch und 2,5 kg kerniger Speck verwendet. Pro kg Brät kamen 28 g Kochsalz, 7 g PROPIDIN, 4 g Fertiggewürz und auf die gesamte Brätmenge 2 Eßlöffel Rum dazu.

Die Hälfte des Schweinefleisches wurde mit 30 g Kochsalz durch die 2 mm-Scheibe gewolft und hart gefroren. Das übrige Schweinefleisch, der Schweinebauch und der Speck wurden in Würfel von etwa 5 cm Kantenlänge geschnitten und ebenfalls hart gefroren. Bei der Brätherstellung wurde das gewolfte Schweinefleisch zunächst mit dem PROPIDIN so lange gekuttert, bis es schwach abzubinden begann, dann wurden das restliche Fleisch, das Kochsalz, die Gewürze und der Speck hinzugefügt. Während des Kutterns wurde der Rum dem Brät zugegeben. Der Kutterungsprozeß wurde beendet, als die Partikel etwa Bohnengröße erreicht hatten.

Das fertige Brät hatte eine Temperatur von -1°C und wurde in Naturindärme von 70 mm Kaliber abgefüllt.

Plockwurst einfach

Die Würste wurden wie die Plockwurst mittlerer Qualität hergestellt, nur wurden dem Rohmaterial noch 1 kg durch die Kolloidmühle gelassene, feinzerkleinerte Schwarten zugesetzt.

II. Methodik

Die Hälfte der Würste jeder Charge wurde nach dem Klimaverfahren umgerötet, geräuchert und getrocknet, die andere Hälfte nach dem im Betrieb üblichen Schwitzverfahren.

a. Durchführung des Klimaverfahrens

1. Beschreibung der Klimakammer

Als Klimakammer wurde eine "ATMOS-ANLAGE" der Firma Atmos, Hamburg, benutzt, die aus V2A-Stahl besteht und eine außenliegende Raucherzeugungsanlage hat. Die Kammer enthält ein Heizregister und ein Kühlaggregat und bietet dadurch die Möglichkeit einer Temperaturregelung zwischen $+10$ und $+30^{\circ}\text{C}$. Durch Ventilatoren wird im Innenraum der Kammer für eine ständige Luftumwälzung gesorgt. Die Luftgeschwindigkeit kann stufenweise von 0,1 bis 1,5 m/sec. geregelt werden.

Um von den klimatischen Verhältnissen der Außenwelt unabhängige Luftfeuchtigkeitsverhältnisse zu erreichen, wurde auf dem Boden der Klimakammer eine Aerosol-Luftbefeuchtungsanlage (siehe Zeichnung) eingebaut. Sie arbeitet nach dem Aerosolverfahren, bei dem das zur Luftbefeuchtung benötigte Wasser in Form feinsten Aerole

vernebelt wird. Durch den Einbau dieses Aerosolapparates war die Möglichkeit gegeben, eine von der Umwelt unabhängige, für die jeweilige Herstellungsphase erforderliche, optimale Luftfeuchtigkeit gleichmäßig zu halten.

Durch Einbau eines Hygrometers mit verstellbaren Grenzkontakten sowie eines Thermostaten wurde eine automatische Steuerung der relativen Luftfeuchtigkeit und der Temperatur ermöglicht. Hygrometer wie auch Thermostat waren mit Signaleinrichtungen verbunden, die das Unter- bzw. Überschreiten eines eingestellten Temperatur- und Feuchtigkeitswertes sofort anzeigten.

Durch die aktive Luftumwälzung wurde eine Gleichmäßigkeit von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und auch der Rauchdichte in allen Teilen der Klimakammer gewährleistet. Bei eigenen Nachmessungen wurden in allen Kammerteilen praktisch die gleichen Meßwerte ermittelt: Die Abweichungen betrugen maximal $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ bei den jeweils eingestellten Temperaturen und $\pm 1\%$ bei der relativen Luftfeuchtigkeit.

Schematische Darstellung der Klimakammer (Vorderansicht)

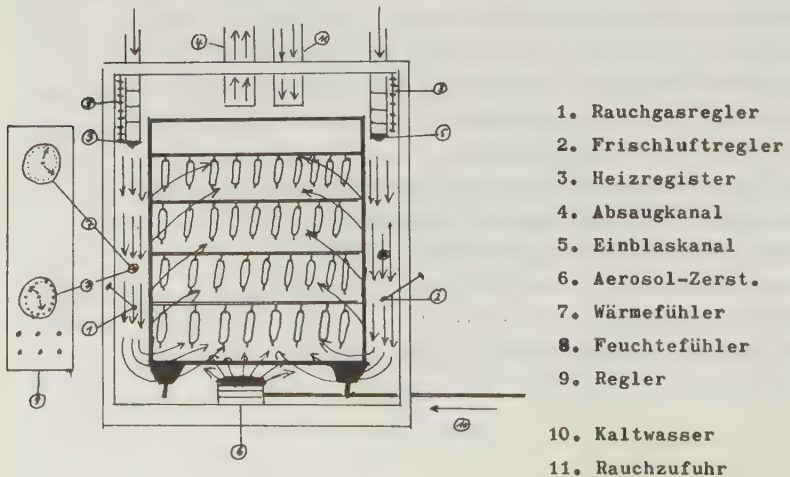


Abbildung 1

2. Beschreibung der Versuchsbedingungen

Die in der Klimakammer beim Naturverfahren angewandte Temperatur wurde je nach Wurstart am ersten Herstellungstag auf + 18 bis + 20°C eingestellt und während der Umrötungsphase um täglich 1°C gesenkt, so daß während der Umrötung Temperaturen zwischen + 15 und + 20°C herrschten. Bei der anschließenden Räucherung und Abtrocknung wurde die Temperatur im Abstand von mehreren Tagen weiter um 1°C gesenkt, so daß sie nach beendeter Reifung ihren tiefsten Wert von + 11 bis + 12°C erreichte.

Mit der Temperatursenkung wurde ein langsames, kontinuierliches Herabsetzen der relativen Luftfeuchtigkeit verbunden, die von 95 bis 100 % am ersten Herstellungstag auf etwa 70 % gegen Ende der Herstellung gesenkt wurde.

Die täglichen Werte für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit sind in den Tabellen 1 bis 5 aufgezeichnet.

b. Durchführung des Schwitzverfahrens

Beim Schwitzverfahren wurde das Ausschwitzen der Würste dadurch bewirkt, daß während der Umrötungs- und Räucherphase die Anfangstemperatur von + 23 bis + 25°C am nächsten Tag auf + 18°C gesenkt und am folgenden Tag wieder auf ihre Ausgangshöhe heraufgesetzt wurde. Anschließend wurde 2 Tage lang bei + 18°C geräuchert. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde während der Umrötungszeit auf 80 bis 85 %, während der Räucherung auf 75 bis 80 % gehalten. Nach dem Räuchern wurde die geschwitzte Rohwurst 10 Tage lang bei einer Temperatur von + 15 bis + 18°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 bis 75 % abgehangen.

c. Beschreibung der angewandten Untersuchungsmethoden

Die nach den beiden Verfahren hergestellten Rohwürste wurden nach beendeter Reifung organoleptisch untersucht. Ferner wurden bei den Würsten in bestimmten Zeitabständen der pH-Wert, der Fettgehalt, der Kochsalzgehalt und die Peroxydzahl bestimmt. Dazu wurde durch tägliche Gewichtsermittlungen der Gewichtsverlust vom Beginn der Herstellung bis zum Ende der Reifung ermittelt.

1. Organoleptische Untersuchung

Die organoleptische Untersuchung wurde durch ein aus vier Personen bestehendes Prüfer-team durchgeführt. Der Prüfung lag folgendes Prüfschema der "Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft" (DLG-Qualitätsprüfung für Fleischwaren und Feinkosterzeugnisse) (67) zugrunde:

- a. Äußere Herrichtung und Beschaffenheit
- b. Aussehen und Farbe im Anschnitt
- c. Konsistenz und Schnittfestigkeit
- d. Geruch und Geschmack
- e. Farbhaltung

2. Bestimmung des pH-Wertes

Die Messung des pH-Wertes wurde mit einem elektrometrischen pH-Meter (Radiometer 22, Kopenhagen) durchgeführt. Der Verlauf des pH-Wertes wurde durch Messungen des Brätes sofort nach der Abfüllung, nach Abschluß der Umrötung, nach der Räucherung und nach beendeter Abtrocknung und Reifung verfolgt.

Kerngebiet und Randzone der geprüften Würste wurden getrennt gemessen.

Durch die Messungen des pH-Wertes nach den verschiedenen Reifungsabschnitten der Würste war eine Kontrolle über den Ablauf der Säuerung des Wurstgutes möglich.

Die ermittelten pH-Werte geben zusammen mit den organoleptischen Befunden Aufschluß darüber, wie weit die Reifung der Würste fortgeschritten und welche Maßnahmen hinsichtlich der Einstellung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit bei der Steuerung des Reifeablaufes vorzunehmen waren. In gleichen zeitlichen Abständen wie die pH-Wert-Messungen wurden auch die übrigen Laboruntersuchungen durchgeführt.

3. Bestimmung des Fettgehaltes

Zur Fettgehaltsbestimmung wurden zwei Verfahren angewendet: 1. die Fettbestimmungsmethode nach Soxhlet und 2. die modifizierte butyrometrische Schnellfettbestimmung nach Gerber.

Bei der Fettbestimmung nach Soxhlet handelt es sich um ein Extraktionsverfahren, bei dem das Fett mittels peroxidfremem Aether im Rückflußkühler der Substanz entzogen wird. Danach wird der Aether verdunstet, der Aetherextrakt getrocknet und nach dem Abkühlen gewogen.

Zur Fettbestimmung wurden 5 bis 10 g der feinzerkleinerten Substanz in eine Papierhülse gebracht und mit einem Wattebausch verschlossen. Die gefüllte Hülse wurde bei etwa $+ 100^{\circ}\text{C}$ 2 bis 3 Stunden lang getrocknet und danach in die Soxhlet-Apparatur gestellt, wo sie 4 bis 6 Stunden mit Aether extrahiert wurde. Danach wurde der Aether verdunstet, der Fettrückstand im Kolben eine Stunde bei $+ 100^{\circ}\text{C}$ getrocknet und nach dem Abkühlen gewogen.

Das ermittelte Fettgewicht wurde in Beziehung zur benutzten Einwaage gebracht.

Die modifizierte Schnellfettbestimmung nach dem butyrometrischen Verfahren von Gerber wurde in folgender Weise ausgeführt:

Es wurden zwischen 1 und 2 g Untersuchungsmaterial in

das Butyrometer genau eingewogen. Dazu wurden 10 ml Gerber-Schwefelsäure (Dichte = 1,820- 1,825), 10 ml Wasser und 1 ml Amylalkohol gegeben. Danach wurde das Butyrometer mit einem Gummistopfen verschlossen, 20 Minuten bis zum vollständigen Lösen der organischen Substanz bei + 65°C im Wasserbad erhitzt und anschließend 5 Minuten zentrifugiert. Danach wurde die Höhe der Fettsäule im Butyrometer abgelesen und der Fettgehalt nach folgender Formel errechnet:

$$\text{Fett \%} = \frac{\text{abgelesene \%} \times 11,08}{\text{Einwaage}}$$

Die Fettbestimmungen wurden durchgeführt, um den Einfluß des auf Grund der unterschiedlichen Herstellungsart und -dauer zu erwartenden unterschiedlichen Fettgehaltes auf die organoleptische Beschaffenheit der Vergleichswürste festzustellen.

4. Bestimmung des Kochsalzgehaltes

Die Kochsalzbestimmung wurde nach dem Verfahren von Mohr durchgeführt, bei dem bei einer Einwaage von 4 g Material das Kochsalz durch Titration mit Silbernitrat unter Zugabe von Kaliumchromat als Indikator aus der verbrauchten Silbernitratmenge errechnet wurde. An Reagenzien benötigt man eine Silbernitratlösung, von der 25 ml äquivalent 100 g Kochsalz sind, die also 11,6254 g AgNO_3 pro Liter enthält. Als Indikator wurde eine 10 %ige Kaliumchromatlösung benutzt. Die Kochsalzmenge wird nach folgender Formel errechnet:

$$\text{NaCl \%} = \frac{\text{ml AgNO}_3}{10}$$

Die Kochsalzbestimmung wurde durchgeführt, um nach der Abtrocknung der Würste bei der organoleptischen Prüfung

einen Zusammenhang zwischen Kochsalzkonzentration und evtl. auftretender Salzscharfe der Würste aufzuzeigen.

5. Bestimmung der Peroxydzahl (POZ)

Die Bestimmung der Peroxydzahl wurde nach der Methode von Wheeler durchgeführt.

Es wurden 5 g Material in einen Erlenmeyerschliffkolben genau eingewogen und in 30 ml eines Gemisches aus Eisessig und Chloroform (3:2) gelöst. Darauf wurden 0,5 ml einer gesättigten Kaliumjodidlösung hinzugefügt, verschlossen und sofort geschüttelt. Nach genau einer Minute kamen 30 ml Aqua dest. hinzu. Danach wurde das abgeschiedene Jod mit 0,01n Natriumthiosulfatlösung unter Verwendung von Stärkelösung als Indikator titriert.

Die Peroxydzahl (POZ) wird nach folgender Formel errechnet:

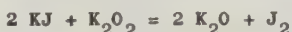
$$POZ = \frac{a \cdot n \cdot 1000}{E}$$

a = verbrauchte ml Thiosulfatlösung

n = Normalität

E = Einwaage in Gramm

Die Peroxydzahl ist ein Maß für die Ranzigkeit von Fett. Das Ranzigwerden der Fette beruht auf der Oxydation von Fettsäuren und der Bildung von Peroxyden. Die Peroxyde können Kaliumjodid zu freiem Jod oxydieren:



Das freie Jod läßt sich durch Titration mit Thiosulfatlösung bestimmen:



Je ranziger das Fett ist, desto mehr Peroxyde sind vorhanden; folglich wird desto mehr freies Jod gebildet und bei der Titration umso mehr Natriumthiosulfat verbraucht.

Damit wird auch der Wert der Peroxydzahl umso höher. Die während der einzelnen Reifephassen durchgeführten POZ-Bestimmungen sollten einen Eindruck vermitteln, inwieweit ein Abbau der Fette unter Bildung von Peroxyden stattgefunden hat, wodurch mögliche Aromaveränderungen in Richtung auf die Ranzigkeit erklärt werden könnten.

6. Bestimmung der Gewichtsverluste

Die Gewichtsbestimmungen und Errechnung der Gewichtsverluste wurden bei den einzelnen Wurstarten täglich durchgeführt, um nach jeder Reifungsphase und nach Beendigung der Versuche festzustellen, in welchem Maße sich die Gewichtsabnahmen der in der Klimakammer gereiften Würste von denen der im Schwitzverfahren hergestellten Würste abheben.

III. E r g e b n i s s e

Die Untersuchungsergebnisse sind in den folgenden Tabellen und Graphiken dargestellt.

Die Tabellen 1 bis 5 enthalten für die fünf verschiedenen Chargen die beim Klimaverfahren angewandten Bedingungen hinsichtlich Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, die täglich ermittelten Gewichtsverluste in Prozent des Ausgangsgewichtes, die Ergebnisse der Fett- und Kochsalzbestimmungen, der pH-Wert-Messungen und der Ermittlungen der Peroxydzahl (POZ).

Die Tabellen 6 bis 10 enthalten die gleichen Angaben für die gleichen, im Schwitzrauchverfahren hergestellten Rohwurstchargen.

In den Abbildungen 2 bis 5 sind die Untersuchungsergebnisse der Klima- und Schwitzrauchverfahren zusammenfassend und vergleichend dargestellt.

In den Tabellen 11 bis 15 sind dann die Ergebnisse der organoleptischen Untersuchung aufgeführt, wobei für jede Wurstcharge die Befunde der im Klimaverfahren und der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Rohwürste gegenübergestellt sind.

S a l a m i I a

Tabelle 1: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Klimaverfahren hergestellten Salami Ia

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	95 %	-	31,5 %	3,6 %	5,9	0
1.	18°	95 %	1,4 %	-	-	-	-
2.	18°	90 %	2,3 %	-	-	-	-
3.	18°	85 %	3,7 %	32,9 %	3,8 %	5,3	0
Beginn der Räucherungsphase							
4.	17°	85 %	6,3 %	-	-	-	-
5.	17°	85 %	7,4 %	35,4 %	4,1 %	5,0	0,2
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	16°	80 %	8,4 %	-	-	-	-
7.	16°	80 %	9,6 %	-	-	-	-
8.	16°	80 %	11,0 %	-	-	-	-
9.	15°	78 %	12,3 %	-	-	-	-
10.	15°	78 %	13,7 %	-	-	-	-
11.	15°	78 %	15,0 %	-	-	-	-
12.	15°	78 %	16,3 %	-	-	-	-
13.	14°	76 %	17,6 %	-	-	-	-
14.	14°	76 %	18,7 %	39,8 %	4,6 %	5,2	0,3
15.	14°	76 %	19,7 %	-	-	-	-
16.	14°	76 %	20,5 %	-	-	-	-
17.	14°	76 %	21,6 %	-	-	-	-
18.	14°	76 %	23,0 %	-	-	-	-
19.	14°	76 %	23,8 %	-	-	-	-
20.	14°	75 %	24,5 %	-	-	-	-
21.	13°	75 %	25,3 %	-	-	-	-
22.	13°	75 %	26,1 %	-	-	-	-
23.	13°	75 %	27,0 %	-	-	-	-
24.	13°	75 %	28,1 %	-	-	-	-
25.	13°	75 %	29,1 %	-	-	-	-

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
26.	13°	75 %	30,0 %	-	-	-	-
27.	13°	74 %	30,8 %	-	-	-	-
28.	13°	74 %	31,3 %	-	-	-	-
29.	13°	74 %	31,9 %	-	-	-	-
30.	12°	74 %	32,3 %	42,6 %	4,9 %	5,5	0,4
31.	12°	74 %	32,8 %	-	-	-	-
32.	12°	74 %	33,2 %	-	-	-	-
33.	12°	74 %	33,7 %	-	-	-	-
34.	12°	73 %	34,1 %	-	-	-	-
35.	12°	73 %	34,5 %	-	-	-	-
36.	12°	73 %	34,9 %	-	-	-	-
37.	12°	73 %	35,4 %	-	-	-	-
38.	12°	73 %	36,1 %	-	-	-	-
39.	11°	72 %	36,5 %	-	-	-	-
40.	11°	72 %	36,8 %	-	-	-	-
41.	11°	72 %	37,1 %	-	-	-	-
42.	11°	72 %	37,3 %	-	-	-	-
43.	11°	72 %	37,5 %	-	-	-	-
44.	11°	72 %	37,5 %	-	-	-	-
45.	11°	72 %	37,6 %	47,4 %	5,2 %	6,1	0,8

Aus Tabelle 1 ist zu ersehen, daß die Umrötung der Würste bei + 18°C vier Tage lang dauerte. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug in den beiden ersten Tagen 95 %, dann 90 % und dann 85 %.

Die Räucherung erfolgte bei + 17°C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit am 4. und 5. Tage nach dem Herstellungstag. Anschließend wurde vom 6. Tag nach der Herstellung bis zum 45. Tag die Ware weitergereift und getrocknet, wobei die Temperaturen langsam von + 16°C bis auf + 11°C und die relative Luftfeuchtigkeit von 80 % bis auf 72 % gesenkt wurden.

Während der Umrötungsphase in den ersten 4 Tagen verloren die Würste 3,7 % ihres Gewichtes, bis zum Ende der Räucherzeit betrug der Gewichtsverlust 7,4 %. Die stärkste Ge-

wichtsabnahme war am ersten Räucherungstag mit 2,6 % festzustellen. Während der Abtrocknungs- und Reifungsphase betrugen die täglichen Gewichtsabnahmen bis etwa zum 13. Tage nach der Herstellung 1,3 bis 1,4 %, bis zum 27. Tage 0,8 bis 1,1 %, bis zum 31. Tage 0,5 bis 0,7 %, bis zum 40. Tage 0,3 bis 0,4 % und nach dem 40. Tage $\pm$ 0 bis 0,2 %. Der Gewichtsverlust betrug nach 45 Tagen 37,6 %.

Der prozentuale Fettgehalt der Ware stieg vom Beginn der Herstellung bis zum 14. Tage von 31,5 % auf 39,8 %, bis zum 29. Tage auf 42,6 % und bis zum 45. Tage auf 47,4 %, mithin um insgesamt 15,9 %.

Beim NaCl-Gehalt wurde ein Anstieg von 3,6 % zu Beginn der Herstellung auf 4,6 % am 14. Tage, 4,9 % am 29. Tage und 5,2 % am 45. Tage festgestellt.

Der pH-Wert fiel bis zum Ende des Räucherns von 5,9 auf 5,0 ab. Die nächste, am 14. Tage nach der Herstellung durchgeführte pH-Messung zeigte einen auf 5,2 angestiegenen pH-Wert. Am 29. Tage war der pH-Wert auf 5,5, am 45. Tage auf 6,1 angestiegen. Ob zwischen dem 5. und 14. Tage noch eine weitere pH-Wert-Senkung unter 5,0 erfolgt war, läßt sich auf Grund der fehlenden Messung während dieser Zeitspanne nicht sagen.

Veränderungen des Fettes waren während der Umrötungsphase nicht festzustellen; die Peroxydzahl behielt den Wert Null. Nach dem Räuchern stieg sie auf 0,2, erreichte am 14. Tage nach der Herstellung 0,3, am 29. Tage 0,4 und am 45. Tage 0,8.

S a l a m i mittlerer Qualität

Tabelle 2: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Klimaverfahren hergestellten Salami mittlerer Qualität

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18 ⁰	100 %	-	33,2 %	3,4 %	6,0	0
1.	18 ⁰	95 %	1,0 %	-	-	-	-
2.	17 ⁰	95 %	2,4 %	-	-	-	-
3.	17 ⁰	90 %	3,9 %	-	-	-	-
4.	17 ⁰	90 %	5,5 %	34,4 %	3,5 %	5,3	0
Beginn der Räucherungsphase							
5.	16 ⁰	85 %	8,1 %	-	-	-	-
6.	16 ⁰	85 %	9,5 %	35,7 %	3,7 %	5,1	0
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
7.	15 ⁰	82 %	11,0 %	-	-	-	-
8.	15 ⁰	82 %	12,4 %	-	-	-	-
9.	15 ⁰	82 %	13,7 %	-	-	-	-
10.	15 ⁰	82 %	14,4 %	-	-	-	-
11.	15 ⁰	80 %	15,6 %	-	-	-	-
12.	14 ⁰	80 %	16,9 %	-	-	-	-
13.	14 ⁰	80 %	18,0 %	-	-	-	-
14.	14 ⁰	78 %	19,2 %	40,9 %	4,2 %	5,3	0,2
15.	14 ⁰	78 %	20,5 %	-	-	-	-
16.	14 ⁰	78 %	21,7 %	-	-	-	-
17.	14 ⁰	76 %	22,7 %	-	-	-	-
18.	14 ⁰	76 %	24,0 %	-	-	-	-
19.	13 ⁰	76 %	24,8 %	-	-	-	-
20.	13 ⁰	76 %	25,5 %	-	-	-	-
21.	13 ⁰	75 %	26,3 %	-	-	-	-
22.	13 ⁰	75 %	27,1 %	-	-	-	-
23.	13 ⁰	75 %	28,0 %	-	-	-	-
24.	13 ⁰	75 %	28,7 %	-	-	-	-
25.	13 ⁰	75 %	29,5 %	-	-	-	-

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
26.	13 ⁰	75 %	30,4 %	-	-	-	-
27.	13 ⁰	75 %	30,9 %	-	-	-	-
28.	13 ⁰	75 %	31,5 %	-	-	-	-
29.	13 ⁰	75 %	32,0 %	-	-	-	-
30.	12 ⁰	74 %	32,9 %	45,4%	4,8 %	5,5	0,4
31.	12 ⁰	74 %	33,5 %	-	-	-	-
32.	12 ⁰	74 %	34,2 %	-	-	-	-
33.	12 ⁰	74 %	35,0 %	-	-	-	-
34.	12 ⁰	74 %	35,7 %	-	-	-	-
35.	12 ⁰	74 %	36,4 %	-	-	-	-
36.	12 ⁰	73 %	36,9 %	-	-	-	-
37.	12 ⁰	73 %	37,5 %	-	-	-	-
38.	12 ⁰	72 %	37,9 %	-	-	-	-
39.	12 ⁰	72 %	38,5 %	-	-	-	-
40.	11 ⁰	72 %	38,9 %	-	-	-	-
41.	11 ⁰	72 %	39,3 %	-	-	-	-
42.	11 ⁰	72 %	39,6 %	-	-	-	-
43.	11 ⁰	72 %	39,8 %	-	-	-	-
44.	11 ⁰	72 %	39,8 %	-	-	-	-
45.	11 ⁰	72 %	39,9 %	51,8 %	5,3 %	6,2	0,9

Wie Tabelle 2 zeigt, waren die Herstellungsbedingungen bei der Salami mittlerer Qualität mit nur geringen Abweichungen die gleichen wie bei der im Klimaverfahren hergestellten Salami Ia (Tabelle 1).

Die Gewichtsverluste während der Herstellung, sowohl die täglichen Gewichtsabnahmen als auch der Gesamtverlust, unterschieden sich kaum von denen der Salami Ia (Tabelle 1).

Das gleiche gilt für den Anstieg des prozentualen Fettgehaltes, den Anstieg des Kochsalzgehaltes, dem Verlauf des pH-Wertes und die Entwicklung der Peroxydzahl.

Schlackwurst

Tabelle 3: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Klimaverfahren hergestellten Schlackwurst

Tag nach d. Herst.	Temperatur	relativ. Luftfeucht.	Gewichtsverluste	Fettgehalt	NaCl-Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	95 %	-	29,8 %	2,7 %	5,9	0
1.	18°	90 %	1,8 %	-	-	-	-
2.	18°	90 %	2,8 %	-	-	-	-
3.	18°	90 %	4,2 %	31,6 %	2,8 %	5,2	0
Beginn der Räucherphase							
4.	17°	85 %	7,2 %	-	-	-	-
5.	17°	85 %	9,0 %	33,3 %	3,0 %	5,0	0
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	16°	82 %	11,6 %	-	-	-	-
7.	16°	82 %	13,0 %	-	-	-	-
8.	16°	82 %	14,5 %	-	-	-	-
9.	16°	82 %	15,8 %	-	-	-	-
10.	15°	80 %	16,7 %	-	-	-	-
11.	15°	80 %	17,8 %	-	-	-	-
12.	15°	80 %	19,0 %	-	-	-	-
13.	15°	80 %	19,8 %	-	-	-	-
14.	14°	78 %	20,8 %	36,8 %	3,4 %	5,2	0,4
15.	14°	78 %	21,2 %	-	-	-	-
16.	14°	78 %	21,7 %	-	-	-	-
17.	14°	78 %	22,5 %	-	-	-	-
18.	14°	76 %	23,4 %	-	-	-	-
19.	14°	76 %	24,1 %	-	-	-	-
20.	14°	75 %	24,7 %	-	-	-	-
21.	13°	75 %	25,4 %	-	-	-	-
22.	13°	75 %	25,9 %	-	-	-	-
23.	13°	75 %	26,5 %	-	-	-	-
24.	13°	75 %	27,1 %	-	-	-	-
25.	13°	75 %	27,6 %	-	-	-	-

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
26.	12 ⁰	74 %	28,2 %	-	-	-	-
27.	12 ⁰	74 %	28,8 %	-	-	-	-
28.	12 ⁰	74 %	29,3 %	-	-	-	-
29.	12 ⁰	74 %	29,7 %	-	-	-	-
30.	12 ⁰	74 %	30,4 %	40,9 %	3,7 %	5,7	0,7
31.	12 ⁰	72 %	30,7 %	-	-	-	-
32.	12 ⁰	72 %	31,1 %	-	-	-	-
33.	12 ⁰	72 %	31,4 %	-	-	-	-
34.	12 ⁰	72 %	31,7 %	-	-	-	-
35.	12 ⁰	72 %	32,3 %	-	-	-	-
36.	11 ⁰	70 %	32,5 %	-	-	-	-
37.	11 ⁰	70 %	32,9 %	-	-	-	-
38.	11 ⁰	70 %	33,3 %	-	-	-	-
39.	11 ⁰	70 %	33,5 %	-	-	-	-
40.	11 ⁰	70 %	33,8 %	-	-	-	-
41.	11 ⁰	70 %	34,2 %	-	-	-	-
42.	11 ⁰	70 %	34,4 %	-	-	-	-
43.	11 ⁰	70 %	34,5 %	-	-	-	-
44.	11 ⁰	70 %	34,5 %	-	-	-	-
45.	11 ⁰	70 %	34,5 %	43,2 %	4,0 %	6,2	1,1

Die in Tabelle 3 für die im Klimaverfahren hergestellte Schlackwurst aufgeführten Werte zeigen, daß bei gleichen Herstellungsbedingungen wie bei der Salami Ia und der Salami mittlerer Qualität (Tabelle 1 und Tabelle 2) die Entwicklung der Gewichtsverluste, des Fettgehaltes, des Kochsalzgehaltes, des pH-Wert-Verlaufs und der Peroxydzahl in gleicher Weise verlaufen. Die geringfügigen Unterschiede sind rezeptur- und materialbedingt, sie verändern die Grundtendenz während des Herstellungsablaufes, wie sie bei der im Klimaverfahren hergestellten Salami Ia geschildert worden ist, nicht.

P l o c k w u r s t mittlerer Qualität

Tabelle 4: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Klimaverfahren hergestellten Plockwurst mittlerer Qualität

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18 ⁰	95 %	-	32,6 %	2,9 %	5,8	0
1.	18 ⁰	95 %	1,6 %	-	-	-	-
2.	17 ⁰	90 %	2,7 %	-	-	-	-
3.	17 ⁰	90 %	4,1 %	33,7 %	3,0 %	5,4	0
Beginn der Räucherphase							
4.	17 ⁰	90 %	6,4 %	-	-	-	-
5.	17 ⁰	90 %	7,7 %	35,0 %	3,2 %	5,1	0,2
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	16 ⁰	85 %	9,2 %	-	-	-	-
7.	16 ⁰	85 %	11,0 %	-	-	-	-
8.	16 ⁰	85 %	12,9 %	-	-	-	-
9.	16 ⁰	82 %	13,8 %	-	-	-	-
10.	15 ⁰	82 %	15,0 %	-	-	-	-
11.	15 ⁰	82 %	16,7 %	-	-	-	-
12.	15 ⁰	82 %	17,9 %	-	-	-	-
13.	15 ⁰	82 %	19,3 %	-	-	-	-
14.	14 ⁰	80 %	20,3 %	38,6 %	3,5 %	5,4	0,4
15.	14 ⁰	80 %	21,4 %	-	-	-	-
16.	14 ⁰	80 %	22,3 %	-	-	-	-
17.	14 ⁰	80 %	23,3 %	-	-	-	-
18.	14 ⁰	80 %	24,2 %	-	-	-	-
19.	14 ⁰	80 %	25,0 %	-	-	-	-
20.	13 ⁰	78 %	26,0 %	-	-	-	-
21.	13 ⁰	78 %	26,9 %	-	-	-	-
22.	13 ⁰	78 %	27,5 %	-	-	-	-
23.	13 ⁰	78 %	28,3 %	-	-	-	-
24.	13 ⁰	78 %	28,8 %	-	-	-	-
25.	13 ⁰	76 %	29,4 %	-	-	-	-

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
26.	13°	76 %	29,9 %	-	-	-	-
27.	13°	76 %	30,3 %	-	-	-	-
28.	12°	76 %	30,8 %	-	-	-	-
29.	12°	76 %	31,2 %	-	-	-	-
30.	12°	74 %	31,6 %	43,7 %	3,8 %	5,7	0,9
31.	12°	74 %	32,0 %	-	-	-	-
32.	12°	74 %	32,3 %	-	-	-	-
33.	12°	74 %	32,6 %	-	-	-	-
34.	12°	74 %	33,0 %	-	-	-	-
35.	11°	72 %	33,0 %	-	-	-	-
36.	11°	72 %	33,3 %	-	-	-	-
37.	11°	72 %	33,6 %	-	-	-	-
38.	11°	72 %	33,8 %	-	-	-	-
39.	11°	72 %	34,1 %	-	-	-	-
40.	11°	70 %	34,3 %	-	-	-	-
41.	11°	70 %	34,5 %	-	-	-	-
42.	11°	70 %	34,8 %	-	-	-	-
43.	11°	70 %	34,9 %	-	-	-	-
44.	11°	70 %	34,9 %	-	-	-	-
45.	11°	70 %	34,9 %	46,6 %	4,1 %	6,3	1,3

Für die in Tabelle 4 aufgeführten Werte gilt das für die im Klimaverfahren hergestellte Salami Ia (Tabelle 1) in gleicher Weise. Die Unterschiede in den ermittelten Werten sind nur unbeachtlich.

P l o c k w u r s t einfacher Qualität

Tabelle 5: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Klimaverfahren hergestellten Plockwurst einfacher Qualität

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	95 %	-	34,6 %	2,8 %	5,8	0
1.	18°	95 %	2,0 %	-	-	-	-
2.	18°	90 %	3,7 %	-	-	-	-
3.	18°	90 %	5,3 %	36,0 %	3,0 %	5,3	0
Beginn der Räucherphase							
4.	17°	90 %	7,4 %	-	-	-	-
5.	17°	90 %	8,5 %	37,4 %	3,2 %	5,0	0,2
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	16°	85 %	9,7 %	-	-	-	-
7.	16°	85 %	11,3 %	-	-	-	-
8.	16°	85 %	13,0 %	-	-	-	-
9.	16°	85 %	14,6 %	-	-	-	-
10.	15°	82 %	16,0 %	-	-	-	-
11.	15°	82 %	17,5 %	-	-	-	-
12.	15°	82 %	18,9 %	-	-	-	-
13.	15°	82 %	19,3 %	-	-	-	-
14.	15°	82 %	20,6 %	42,4 %	3,5 %	5,3	0,7
15.	15°	82 %	21,8 %	-	-	-	-
16.	14°	82 %	23,2 %	-	-	-	-
17.	14°	82 %	24,4 %	-	-	-	-
18.	14°	80 %	25,5 %	-	-	-	-
19.	14°	80 %	26,5 %	-	-	-	-
20.	14°	80 %	27,3 %	-	-	-	-
21.	14°	80 %	28,2 %	-	-	-	-
22.	14°	80 %	29,4 %	-	-	-	-
23.	13°	78 %	30,3 %	-	-	-	-
24.	13°	78 %	31,0 %	-	-	-	-
25.	13°	78 %	31,6 %	-	-	-	-

Tag d.Herst.	Tempe- ratur	relativ. Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
26.	13°	78 %	32,1 %	-	-	-	-
27.	13°	76 %	32,4 %	-	-	-	-
28.	13°	76 %	32,8 %	-	-	-	-
29.	13°	76 %	33,1 %	-	-	-	-
30.	12°	74 %	33,5 %	46,7 %	3,9 %	5,6	1,2
31.	12°	74 %	33,8 %	-	-	-	-
32.	12°	74 %	34,1 %	-	-	-	-
33.	12°	74 %	34,3 %	-	-	-	-
34.	12°	74 %	34,5 %	-	-	-	-
35.	12°	72 %	34,9 %	-	-	-	-
36.	12°	72 %	35,2 %	-	-	-	-
37.	12°	72 %	35,5 %	-	-	-	-
38.	11°	70 %	35,7 %	-	-	-	-
39.	11°	70 %	36,0 %	-	-	-	-
40.	11°	70 %	36,4 %	-	-	-	-
41.	11°	70 %	36,7 %	-	-	-	-
42.	11°	70 %	36,9 %	-	-	-	-
43.	11°	70 %	36,9 %	-	-	-	-
44.	11°	70 %	36,9 %	-	-	-	-
45.	11°	70 %	37,0 %	49,8 %	4,2 %	5,9	1,5

Aus der Tabelle 5 ist zu ersehen, daß auch bei der Plockwurst einfach die gleichen Verhältnisse hinsichtlich der Gewichtsverluste, des Fett- und Kochsalzgehaltes, des pH-Wert-Verlaufs und der Peroxydzahl vorliegen, wie bei den bereits geschilderten Würsten, die im Klimaverfahren hergestellt wurden.

S a l a m i I a

Tabelle 6: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Salami Ia

Tag nach d. Herst.	Temperatur	relative Luftfeucht.	Gewichtsverluste	Fettgehalt	NaCl-Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	85 %	-	31,5 %	3,6 %	5,9	0
1.	25°	80 %	2,8 %	-	-	-	-
2.	20°	85 %	5,0 %	-	-	-	-
3.	23°	85 %	8,9 %	33,3 %	4,0 %	4,9	0,5
Beginn der Räucherphase							
4.	18°	80 %	13,6 %	-	-	-	-
5.	18°	75 %	15,7 %	36,4 %	4,2 %	4,8	1,6
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	18°	72 %	18,0 %	-	-	-	-
7.	17°	73 %	20,4 %	-	-	-	-
8.	17°	74 %	22,3 %	-	-	-	-
9.	18°	72 %	24,2 %	-	-	-	-
10.	16°	72 %	26,1 %	41,5 %	4,8 %	5,0	2,8
11.	17°	73 %	27,7 %	-	-	-	-
12.	17°	70 %	28,9 %	-	-	-	-
13.	18°	70 %	29,9 %	-	-	-	-
14.	18°	72 %	31,1 %	43,8 %	5,0 %	5,4	3,5

Aus Tabelle 6 ist zu ersehen, daß die Umrötung der Würste bei abwechselnd hohen Temperaturen zwischen + 18 und + 25°C vier Tage lang dauerte. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug am ersten Tage 85 %, am zweiten 80 % und an den beiden letzten Umrötungstagen wiederum 85 %. Die Räucherung erfolgte am 4. und 5. Tage nach der Herstellung bei einer Temperatur von + 18°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % am ersten und 75 % am zweiten Räucher-

tage. Vom 6. bis zum 14. Tage nach der Herstellung wurde die Ware weitergereift und getrocknet. Während dieser Zeit bewegten sich die Temperaturen zwischen + 16 und + 18°C und die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 70 und 74 %.

Während der Umrötungsphase verloren die Würste in den ersten vier Tagen 8,9 % ihres ursprünglichen Gewichtes, bis zum Ende der Räucherung betrug der Gewichtsverlust 15,7 %. Die stärkste Gewichtsabnahme mit 4,7 % war am ersten Räuchertage festzustellen. Während der Abtrocknungs- und Reifungsphase betrugen die täglichen Gewichtsabnahmen bis zum 10. Tage nach der Herstellung 1,9 bis 2,4 % und bis zum 14. Tage 1,2 bis 1,6 %. Der Gesamtgewichtsverlust betrug 31,1 %.

Der prozentuale Fettgehalt der Würste stieg vom Beginn der Herstellung bis zum 14. Tage von 31,5 % auf 43,8 %, also um insgesamt 12,3 %.

Beim Kochsalzgehalt wurde ein Anstieg von 3,6 % zu Beginn der Herstellung auf 5,0 % am letzten Tage der Abtrocknung festgestellt.

Der pH-Wert fiel bis zum Ende des Räucherns von 5,9 auf 4,8 ab. Bei der nächsten Messung am 10. Tage nach der Herstellung war der pH-Wert auf 5,0 und am 14. Tage auf 5,4 angestiegen.

Veränderungen des Fettes waren bereits während der Umrötung durch einen Anstieg der Peroxydzahl von Null auf 0,5 festzustellen. Die Peroxydzahl erhöhte sich weiter bis auf 1,6 nach dem Räuchern, auf 2,8 am 10. Herstellungstage und auf 3,5 am Ende der Abtrocknung.

S a l a m i mittlerer Qualität

Tabelle 7: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Salami mittlerer Qualität

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relative Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	85 %	-	33,2 %	3,4 %	6,0	0
1.	25°	85 %	3,2 %	-	-	-	-
2.	18°	80 %	5,7 %	-	-	-	-
3.	25°	80 %	8,5 %	35,3 %	3,6 %	5,1	0,6
Beginn der Räucherphase							
4.	18°	75 %	11,7 %	-	-	-	-
5.	18°	75 %	13,5 %	38,6 %	3,9 %	4,7	2,0
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	17°	72 %	15,7 %	-	-	-	-
7.	17°	73 %	17,7 %	-	-	-	-
8.	17°	73 %	18,4 %	-	-	-	-
9.	16°	74 %	20,1 %	-	-	-	-
10.	16°	75 %	22,3 %	42,0 %	4,4 %	5,1	2,6
11.	16°	74 %	24,2 %	-	-	-	-
12.	17°	72 %	26,0 %	-	-	-	-
13.	16°	73 %	27,5 %	-	-	-	-
14.	16°	72 %	28,7 %	43,8 %	4,6 %	5,3	3,5

Die Tabelle 7 bietet sowohl hinsichtlich der Herstellungsbedingungen als auch der Untersuchungsergebnisse mit nur geringfügigen Unterschieden das gleiche Bild wie Tabelle 6.

S c h l a c k w u r s t

Tabelle 8: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Schlackwurst

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relative Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	85 %	-	29,8 %	2,7 %	5,9	0
1.	23°	85 %	3,7 %	-	-	-	-
2.	18°	80 %	7,5 %	-	-	-	-
3.	23°	80 %	9,4 %	31,4 %	2,9 %	5,0	0,5
Beginn der Räucherphase							
4.	18°	75 %	13,5 %	-	-	-	-
5.	18°	75 %	15,7 %	33,9 %	3,2 %	4,8	1,6
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	18°	72 %	17,6 %	-	-	-	-
7.	18°	74 %	19,3 %	-	-	-	-
8.	16°	74 %	20,5 %	-	-	-	-
9.	17°	75 %	22,0 %	-	-	-	-
10.	17°	74 %	23,6 %	36,2 %	3,5 %	4,7	2,3
11.	17°	72 %	25,0 %	-	-	-	-
12.	17°	72 %	26,4 %	-	-	-	-
13.	17°	73 %	27,9 %	-	-	-	-
14.	17°	72 %	29,1 %	38,6 %	3,7 %	5,4	3,1

Bei der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Schlackwurst ergaben sich, wie Tabelle 8 zeigt, die gleichen Gewichtsabnahmen, die gleichen Verhältnisse bei dem Anstieg des Fettgehaltes, des Kochsalzgehaltes und den pH-Wert- und POZ-Verschiebungen wie bei der Salami Ia (Tabelle 6) und der Salami mittlerer Qualität (Tabelle 7). Der geringere Kochsalzgehalt ist rezepturbedingt.

P l o c k w u r s t mittlerer Qualität

Tabelle 9: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Plockwurst mittlerer Qualität

Tag nach d. Herst.	Tempe- ratur	relative Luftfeucht.	Gewichts- verluste	Fett- gehalt	NaCl- Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	90 %	-	32,6 %	2,9 %	5,8	0
1.	25°	90 %	4,6 %	-	-	-	-
2.	18°	85 %	8,5 %	-	-	-	-
3.	25°	85 %	11,3 %	34,4 %	3,1 %	4,9	0,6
Beginn der Räucherphase							
4.	19°	75 %	14,4 %	-	-	-	-
5.	18°	75 %	16,1 %	37,3 %	3,3 %	4,7	1,4
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	18°	73 %	18,2 %	-	-	-	-
7.	16°	74 %	20,0 %	-	-	-	-
8.	16°	74 %	21,6 %	-	-	-	-
9.	17°	72 %	22,8 %	-	-	-	-
10.	17°	72 %	23,9 %	40,3 %	3,5 %	5,0	2,2
11.	16°	73 %	25,1 %	-	-	-	-
12.	16°	73 %	26,1 %	-	-	-	-
13.	16°	75 %	27,2 %	-	-	-	-
14.	16°	75 %	27,8 %	42,8 %	3,7 %	5,5	4,1

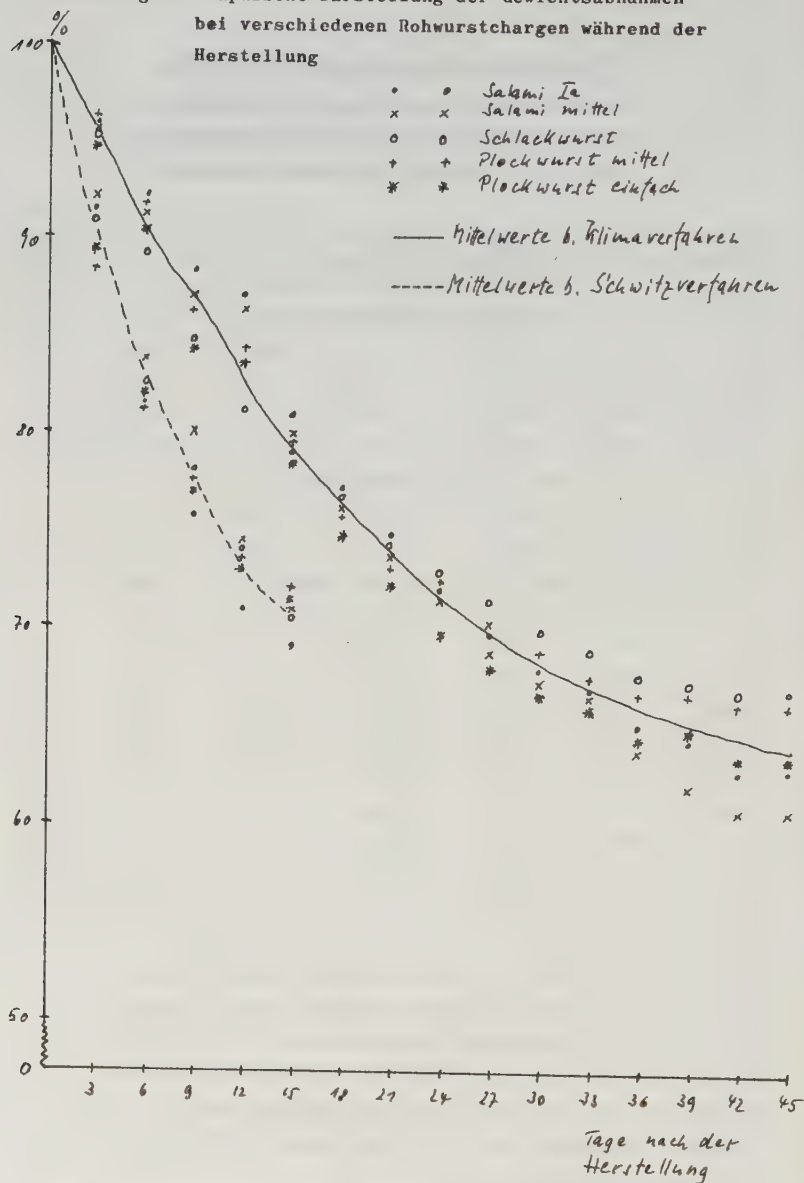
P l o c k w u r s t einfacher Qualität

Tabelle 10: Herstellungsbedingungen und Untersuchungsergebnisse der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Plockwurst einfacher Qualität

Tag nach d. Herst.	Temperatur	relative Luftfeucht.	Gewichtsverluste	Fettgehalt	NaCl-Gehalt	pH	POZ
Beginn der Umrötungsphase							
0.	18°	90 %	-	34,6 %	2,8 %	5,8	0
1.	23°	90 %	4,5 %	-	-	-	-
2.	18°	85 %	8,9 %	-	-	-	-
3.	23°	85 %	11,3 %	37,5 %	3,0 %	5,0	0,5
Beginn der Räucherphase							
4.	19°	75 %	14,5 %	-	-	-	-
5.	19°	75 %	16,5 %	39,4 %	3,1 %	4,8	1,3
Beginn der Abtrocknungs- und Reifungsphase							
6.	18°	73 %	18,2 %	-	-	-	-
7.	17°	74 %	20,0 %	-	-	-	-
8.	17°	74 %	21,6 %	-	-	-	-
9.	17°	75 %	23,1 %	-	-	-	-
10.	16°	75 %	24,3 %	42,5 %	3,4 %	4,9	2,7
11.	16°	72 %	25,6 %	-	-	-	-
12.	17°	73 %	26,7 %	-	-	-	-
13.	17°	73 %	27,4 %	-	-	-	-
14.	16°	75 %	28,5 %	44,1 %	3,6 %	5,3	3,9

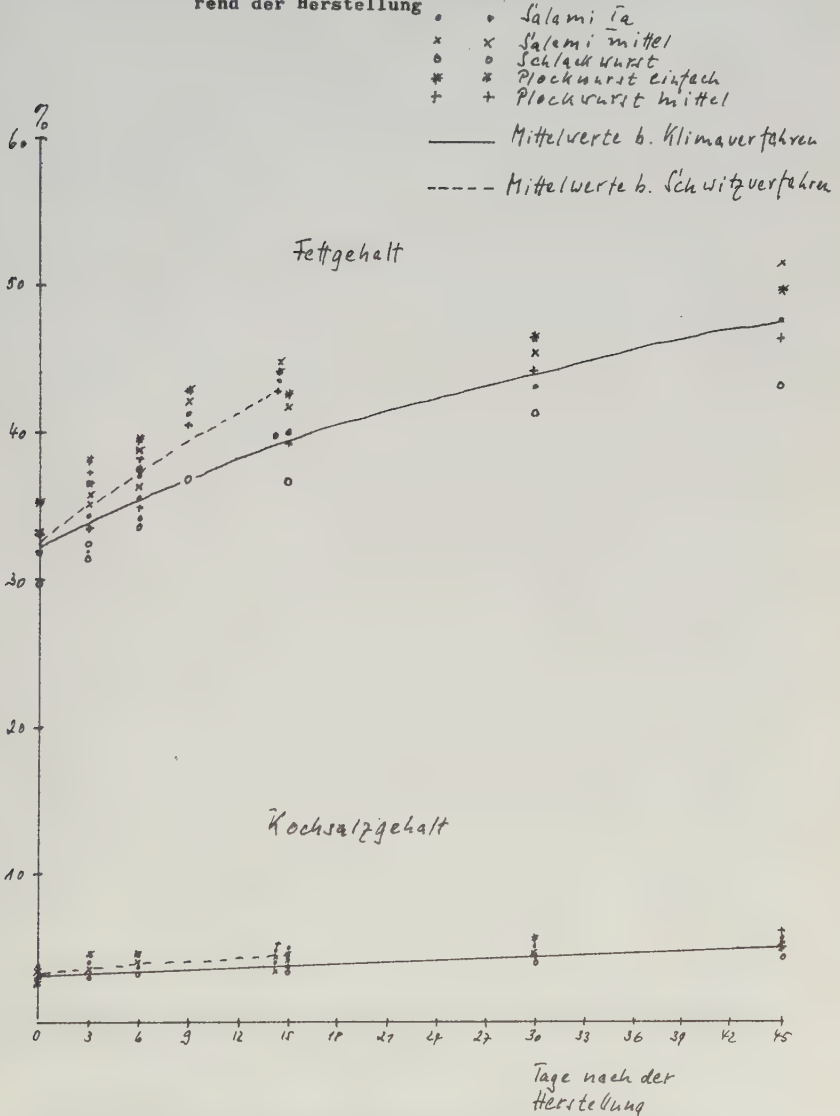
Bei den beiden im Schwitzrauchverfahren hergestellten Plockwurstchargen, die in den Tabellen 9 (Plockwurst mittlerer Qualität) und 10 (Plockwurst einfacher Qualität) aufgezeichnet sind, ist der gleiche Ablauf in den Veränderungen der Analysenwerte während des Herstellungsganges festzustellen wie bei den anderen, vorher beschriebenen, im Schwitzverfahren gefertigten Rohwurstarten.

Abbildung 2: Graphische Darstellung der Gewichtsabnahmen bei verschiedenen Rohwurstchargen während der Herstellung



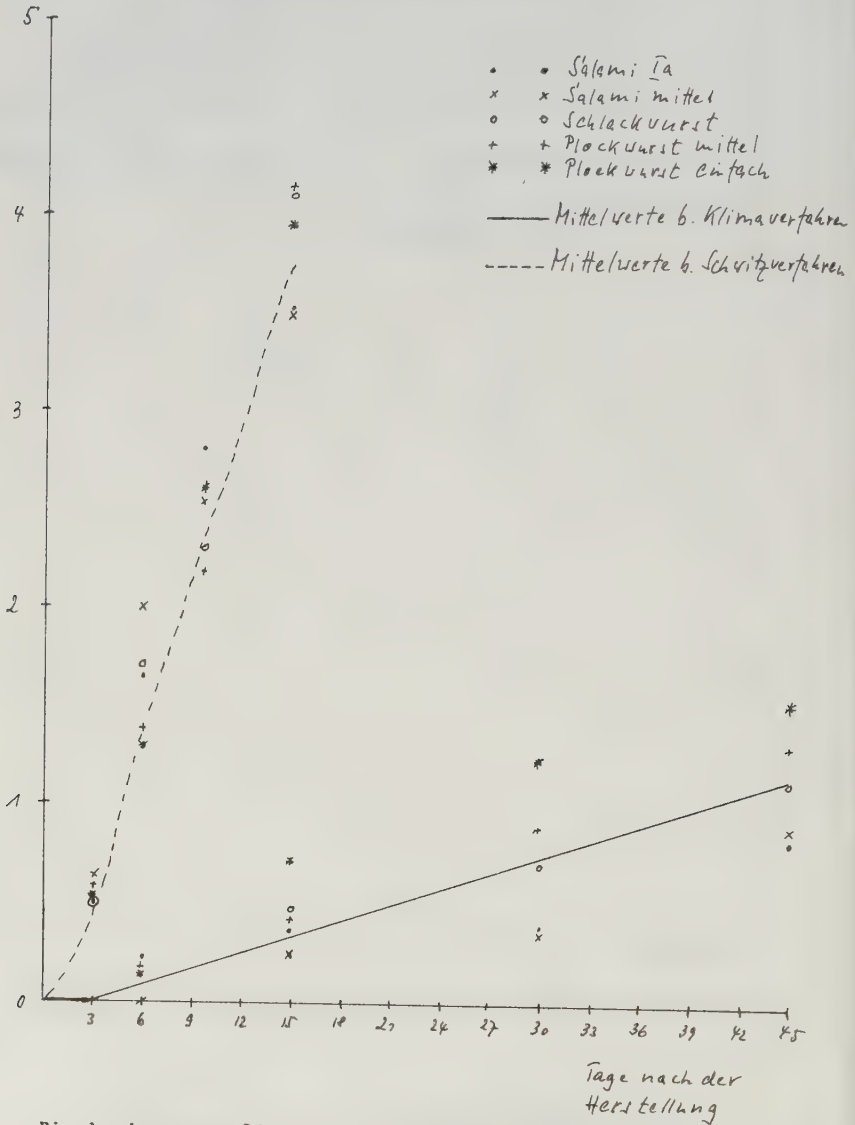
Die Gewichtsabnahmen sind in % des ursprünglichen Gewichts dargestellt. Die durchgezogene Linie gibt die Verhältnisse beim Klimaverfahren, die gestrichelte Linie die Verhältnisse beim Schwitzverfahren wieder.

Abbildung 3: Graphische Darstellung der Fett- und Kochsalz-
werte bei verschiedenen Rohwurstchargen wäh-
rend der Herstellung



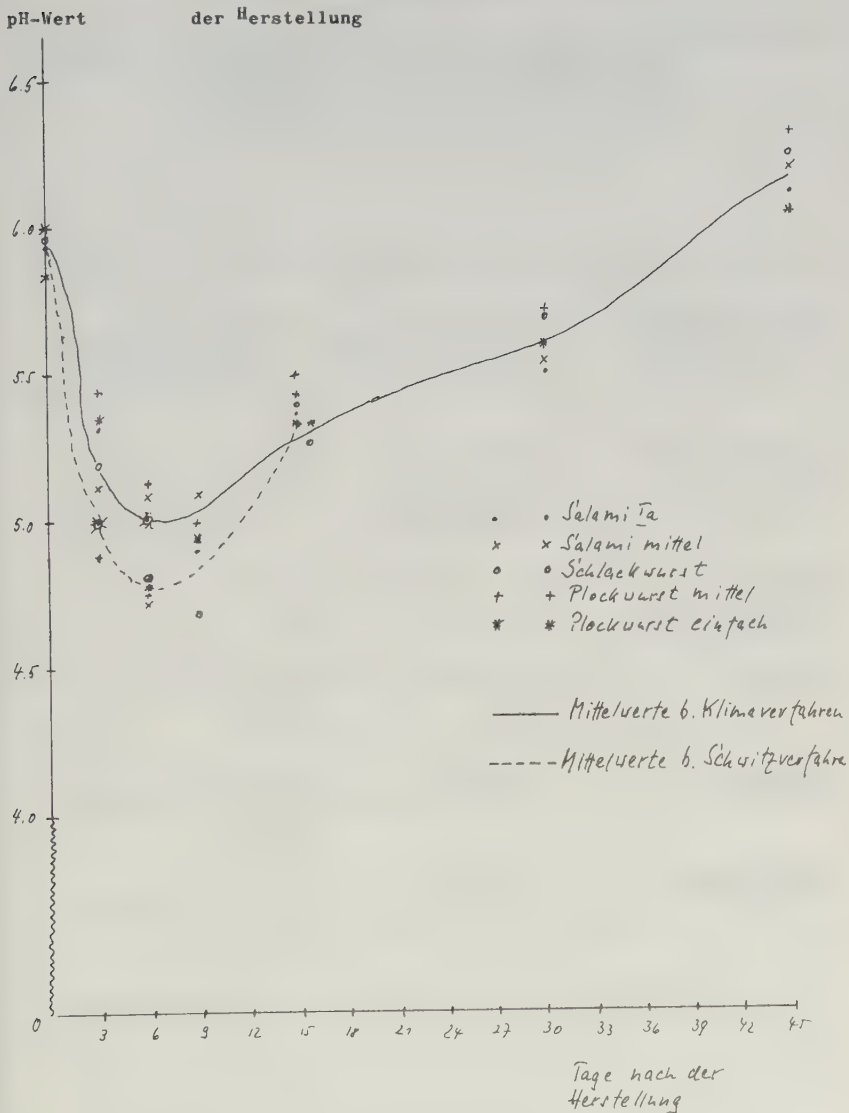
Der Fett- und Kochsalzgehalt sind in % angegeben. Die durchgezogenen Linien geben die Verhältnisse beim Klimaverfahren, die gestrichelten Linien die Verhältnisse beim Schwitzverfahren wieder.

Abbildung 4: Graphische Darstellung der Veränderung der Peroxydzahlen bei den verschiedenen Rohwurstchargen während der Herstellung



Die durchgezogene Linie gibt die Verhältnisse beim Klimaverfahren, die gestrichelte Linie die Verhältnisse beim Schwitzverfahren wieder.

Abbildung 5: Graphische Darstellung des pH-Wert-Verlaufs bei verschiedenen Rohwurstchargen während der Herstellung



Die durchgezogene Linie gibt die Verhältnisse beim Klimaverfahren, die gestrichelte Linie die Verhältnisse beim Schwitzverfahren wieder.

Tabelle 11: Vergleichende Darstellung der organoleptischen Prüfungsergebnisse der im Klimaverfahren und im Schwitzverfahren hergestellten S a l a m i I a

	Klimaverfahren	Schwitzverfahren
<u>Äußere Herrichtung und Beschaffenheit:</u>	Oberfläche glatt, trocken, keine Auflagerungen	Oberfläche glatt, trocken, geringgradig Schimmelauflagerung
<u>Aussehen und Farbe im Anschnitt:</u>	leuchtend pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild	pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild
<u>Konsistenz und Schnittfestigkeit:</u>	hart, gute Schnittfestigkeit	prall, noch schnittfest
<u>Geruch:</u>	würzig-aromatisch	würzig-aromatisch
<u>Geschmack:</u>	aromatisch	rauchig-aromatisch, pikant-säuerlich
<u>Farbhaltung:</u>	24 Stunden anhaltend	6 Stunden anhaltend

Tabelle 12: Vergleichende Darstellung der organoleptischen Prüfungsergebnisse der im Klimaverfahren und im Schwitzverfahren hergestellten S a l a m i mittlerer Qualität

	Klimaverfahren	Schwitzverfahren
<u>Äußere Herrichtung und Beschaffenheit:</u>	Oberfläche glatt, trocken, keine Auflagerungen	Wursthülle faltig, etwas feucht, geringgradig Schimmelauflagerung
<u>Aussehen und Farbe im Anschnitt:</u>	leuchtend pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild	pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild
<u>Konsistenz und Schnittfestigkeit:</u>	hart, gute Schnittfestigkeit	prall, gerade noch schnittfest
<u>Geruch:</u>	würzig-aromatisch	würzig-aromatisch
<u>Geschmack:</u>	aromatisch	aromatisch, leicht säuerlich
<u>Farbhaltung:</u>	20 Stunden anhaltend	8 Stunden anhaltend

Tabelle 13: Vergleichende Darstellung der organoleptischen Prüfungsergebnisse der im Klimaverfahren und im Schwitzverfahren hergestellten Schlackwurst

	Klimaverfahren	Schwitzverfahren
<u>Äußere Herrichtung und Beschaffenheit:</u>	Oberfläche glatt, trocken, keine Auflagerungen	Wursthülle glatt, etwas feucht, geringgradig Schimmelauf-lagerung
<u>Aussehen und Farbe im Anschnitt:</u>	pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild	pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild, ca. 3 mm breiter Trockenrand
<u>Konsistenz und Schnittfestigkeit:</u>	hart, gute Schnittfestigkeit	prall, schnittfest
<u>Geruch:</u>	aromatisch	rauchig-aromatisch
<u>Geschmack:</u>	würzig-aromatisch	aromatisch, pikant-säuerlich
<u>Farbhaltung:</u>	22 Stunden anhaltend	8 Stunden anhaltend

Tabelle 14: Vergleichende Darstellung der organoleptischen Prüfungsergebnisse der im Klimaverfahren und im Schwitzverfahren hergestellten P l o c k w u r s t mittlerer Qualität

	Klimaverfahren	Schwitzverfahren
<u>Äußere Herrichtung und Beschaffenheit:</u>	Oberfläche glatt, trocken, keine Auflagerungen	Wursthülle glatt, etwas feucht, keine Auflagerungen
<u>Aussehen und Farbe im Anschnitt:</u>	leuchtend pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild	blaßrosa, bei einigen Würsten ca. 5 mm breiter Trockenrand und ungleichmäßiges Schnittbild
<u>Konsistenz und Schnittfestigkeit:</u>	hart, gute Schnittfestigkeit	bei einigen Würsten weiche Konsistenz, mangelhafte Bindung und Schnittfestigkeit
<u>Geruch:</u>	aromatisch	bei einigen Würsten säuerlich
<u>Geschmack:</u>	würzig-aromatisch	bei einigen Würsten sauer
<u>Farbhaltung:</u>	24 Stunden anhaltend	6 Stunden anhaltend

Tabelle 15: Vergleichende Darstellung der organoleptischen Prüfungsergebnisse der im Klimaverfahren und im Schwitzverfahren hergestellten P l o c k w u r s t einfacher Qualität

	Klimaverfahren	Schwitzverfahren
<u>Äußere Herrichtung und Beschaffenheit:</u>	Oberfläche glatt, trocken, keine Auflagerungen	bei einigen Würsten faltige Wursthülle, trocken, keine Auflagerungen
<u>Aussehen und Farbe im Anschnitt:</u>	pökelrot, gleichmäßiges Schnittbild	pökelrot, bei einigen Würsten ca. 7 mm breiter Trockenrand und ungleichmäßiges Schnittbild
<u>Konsistenz und Schnittfestigkeit:</u>	hart, gute Schnittfestigkeit	prall, gerade noch schnittfest
<u>Geruch:</u>	würzig	bei einigen Würsten säuerlich
<u>Geschmack:</u>	etwas fade, zu geringes Fleischaroma	bei einigen Würsten sauer
<u>Farbhaltung:</u>	20 Stunden anhaltend	8 Stunden anhaltend

D. Besprechung der Ergebnisse und Diskussion

a. Äußere Herrichtung und Beschaffenheit

Wie aus den vergleichenden Darstellungen der organoleptischen Prüfungsergebnisse (Tabellen 11 bis 15) zu ersehen ist, traten bei keiner der fünf im Klimaverfahren hergestellten Rohwurstchargen Fehler in der äußeren Herrichtung und Beschaffenheit auf. Alle Würste der einzelnen Chargen, die in der Klimakammer gereift und geräuchert worden waren, hatten eine glatte, trockene Oberfläche und waren frei von irgendwelchen Auflagerungen.

Dagegen traten bei allem im Schwitzrauchverfahren hergestellten Rohwurstchargen in mehr oder weniger starkem Ausmaß Mängel in der äußeren Herrichtung und Beschaffenheit auf. Im einzelnen lagen folgende Mängel vor:

Schimmelauflagerungen	bei 1 Charge (Salami Ia)
Faltenbildung	bei 2 Chargen (Plockwurst mittlerer Qualität, Plockwurst einfacher Qualität)
Schimmelauflagerungen und fettige Oberfläche	bei 1 Charge (Schlackwurst)
Schimmelauflagerungen, Faltenbildung und feuchte Oberfläche	bei 1 Charge (Salami mittlerer Qualität)

Die Schimmelauflagerungen bei den geschwitzten Rohwurstchargen (Salami Ia, Salami mittlerer Qualität, Schlackwurst) waren von grüner Farbe.

Die Würste erhielten durch den mehr oder weniger starken Befall ein wenig ansprechendes Aussehen. Die Schimmelpilze gehörten, wie durch mikroskopische Untersuchung nachgewiesen wurde, zur Gattung *Penicillium*. Im vorliegenden Fall trafen offensichtlich mehrere, die Verschimmelung auslösende Faktoren zusammen. Zunächst waren es

die hohe Reifungstemperatur (+ 23 bis + 25°C) und die hohe relative Luftfeuchtigkeit, wie sie beim Schwitzverfahren zur Anwendung kamen. Dadurch wurde das Wachstum der Schimmelpilze begünstigt, denn das Temperatur-optimum für *Penicillium* liegt bei + 25°C (Leistner (40)). Auch Bartels und Coretti (7) konnten immer wieder beobachten, daß geschwitzte Rohwürste, bei denen regelmäßig hohe Temperaturen über + 20°C angewendet wurden, besonders anfällig für das Verschimmeln waren. Eine weitere Ursache für das Verschimmeln der geschwitzten Rohwürste ist in der Beschaffenheit des Reifungs- und Trockenraumes und der darin befindlichen Geräte wie Wurstwagen, Regale und Wurstspieße zu sehen. Im Gegensatz zu der beim Naturreifungsverfahren benutzten Klimaanlage aus V2A-Stahl bestanden beim Schwitzrauchverfahren diese Gegenstände aus Holz. Eine wirksame Desinfektion der Reifungsräume und Holzgeräte erwies sich daher als äußerst schwierig. So wurde bei der im Betrieb regelmäßig durchgeführten bakteriologischen Kontrolle auch nach vorausgegangener Desinfektion des öfteren ein Schimmelpilzbefall der Wände und Holzregale in den Schwitzräumen festgestellt. Es ist daher anzunehmen, daß bereits die noch frischen Rohwürste trotz genauester Beachtung der Verarbeitungshygiene während der Herstellung und Abfüllung sofort beim Einbringen in den Schwitzraum äußerlich von Schimmelpilzen befallen wurden.

Wie aus den Tabellen 12 und 13 zu ersehen, hatten bei zwei im Schwitzverfahren hergestellten Chargen einige Würste eine fettige Oberfläche (Salami mittlerer Qualität, Schlackwurst). Es handelte sich um einen dünnen Fettfilm, der sich mit einem trockenen Tuch leicht entfernen ließ. Diesem Mangel können verschiedene Ursachen zugrunde liegen (7). So kann die Verwendung von zu weichen oder auch ungenügend gekühlten Speckteilen bei der Brätherstellung dazu führen, daß sich die darin enthal-

tenen, niederschmelzenden öligen Bestandteile während der Reifung und Räucherung auf der Oberfläche absetzen. Auch ein Schmieren des Brätes, hervorgerufen durch unsachgemäßes Zerkleinern mit stumpfen Schneidwerkzeugen (Wolf, Kutter) kann zum Fettausschwitzn führen. Im vorliegenden Fall sind diese Ursachen jedoch auszuschließen, da einerseits bei der Brätherstellung nur einwandfreies Rohmaterial (klirrend hart gefrorener Rückenspeck) verwendet wurde, zum anderen die aus gleichem Brät hergestellten Vergleichswürste aus der Klimaanlage diesen Mangel nicht aufwiesen.

Die Ursache für die fettige Oberfläche einiger Würste muß demnach mit den im Schwitzrauchverfahren angewandten klimatischen Reifungs- und Trocknungsbedingungen in Zusammenhang stehen. Eine Reifungs- und Räuchertemperatur von $+ 23^{\circ}\text{C}$ und darüber kann nach Bartels und Coretti (7), Coretti (14) und Gißeke (19) das in den Würsten enthaltene Fett schmelzen. Dabei tritt das geschmolzene Wurstfett zunächst unter Bildung eines dünnen Fettfilms zwischen Wursthülle und Wurstgut. Werden die hohen Temperaturen über einen längeren Zeitraum hindurch angewendet, so tritt das Fett bei fettdurchlässigen Därmen durch die Wursthülle hindurch und verschmiert die Wurstoberfläche.

Die Ursache für die Faltenbildung der Wursthüllen bei drei im Schwitzverfahren hergestellten Rohwurstchargen (Salami mittlerer Qualität (Tab. 12), Plockwurst mittlerer Qualität (Tab. 14), Plockwurst einfacher Qualität (Tab. 15)) ist in den beim Schwitzverfahren während der Reifung und Räucherung angewandten klimatischen Bedingungen zu suchen. Aufgrund einer zu großen Diskrepanz zwischen der Reifungs- und Räuchertemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit war es offensichtlich zu einer vorzeitigen, zu starken Abtrocknung der Wurst-

hülle und des äußeren Wurstgutes gekommen. Die Wursthülle verlor dadurch ihre Elastizität und konnte bei der späteren Trocknung und der damit verbundenen Umfangsverminderung der Wurst dem Wurstgut nicht in genügendem Maße folgen, so daß es zur Faltenbildung kam.

Wie aus den Tabellen 6, 7 und 8 zu ersehen ist, lag bei den Wurstchargen, die eine faltige Oberfläche aufwiesen, die Temperatur während der Umrötung zwischen $+ 18$ und $+ 25^{\circ}\text{C}$, während die relative Luftfeuchtigkeit 80 bis 85 % betrug. Anschließend wurden diese Würste bei Temperaturen zwischen $+ 16$ und $+ 18^{\circ}\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 72 bis 75 % geräuchert und abgetrocknet. Legt man die von Gißke (19) empfohlenen Richtwerte zugrunde, so hätten die Luftfeuchtigkeitswerte, den beim Schwitzverfahren angewandten Temperaturen entsprechend, zumindest während der Umrötungs- und Räucherphase um 10 bis 15 % höher, d.h. während der Umrötung bei 90 bis 95 % und bei der Räucherung und Abtrocknung zwischen 80 und 85 % liegen müssen.

Das Auftreten von Faltenbildungen bei diesen Würsten bestätigen die Beobachtungen von Bartels und Coretti (7), Coretti (14), Walz (59) und anderen, daß faltige Wursthüllen vornehmlich bei Rohwürsten auftraten, die zu warm und zu trocken gereift und geräuchert worden waren.

b. Aussehen und Farbe im Anschnitt

Aus den organoleptischen Prüfungsergebnissen (Tabellen 11 bis 15) ist zu entnehmen, daß sich in drei von fünf im Schwitzverfahren hergestellten Chargen Würste befanden, die nach dem Anschneiden Mängel im Aussehen und in der Farbe aufwiesen. Während die naturgereiften Würste

ein ansprechendes, gleichmäßiges Schnittbild und eine leuchtend pökelrote Anschnittfarbe ohne jede Trockenrandbildung zeigten, waren bei den im Schwitzverfahren hergestellten Würsten folgende Fehler festzustellen:

Trockenrandbildung	bei 2 Chargen (Schlackwurst, (Tab.13), Plockwurst einfacher Qualität (Tab.15))
--------------------	--

Trockenrandbildung und blaßrosa Anschnittfarbe und blasser Kern	bei 1 Charge (Plockwurst mittlerer Qualität (Tab.14))
---	---

Die Breite des Trockenrandes betrug bei den Würsten der Charge Schlackwurst 3 bis 4 mm, der Charge Plockwurst mittlerer Qualität 5 mm und bei den Würsten der Charge Plockwurst einfacher Qualität 7 bis 8 mm. Die kompaktere, dunklere Randschicht setzte sich bei diesen Rohwürsten deutlich vom übrigen Wurstgut ab.

Die Trockenrandbildung ist eine nahezu regelmäßige Folgeerscheinung einer zu schnellen Abtrocknung insbesondere im Anfang der Trocknung. Sie tritt oft in Verbindung mit weiteren Qualitätsmängeln (Aussehens-, Bindungs- und Geschmacksfehler) auf und bildet, wie aus dem Schrifttum ersichtlich (2, 7, 14, 19), die häufigste Ursache für Rohwurst-Fehlfabrikate.

Die im Schwitzverfahren hergestellten Versuchswürste, die einen Trockenrand unterschiedlicher Stärke aufwiesen, waren bei der Reifung einer hohen Temperatur (+ 23 bis + 25°C) und im Verhältnis dazu einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt worden. Dadurch kam es bei einigen Würsten zu einer vorzeitigen Abtrocknung und Verdichtung der Randgebiete, so daß eine gleichmäßige Wasserabgabe aus dem Wurstinneeren nicht mehr erfolgen konnte. Hierdurch entstanden wiederum andere, noch zu beschreibende Rohwurstfehler.

Wie aus dem Schrifttum hervorgeht, kann der Trockenrandbildung nur vorgebeugt werden, indem während der ersten kritischen Reifungstage ein vorzeitiges Abtrocknen der Randzone verhindert wird.

Das Auftreten von Trockenrändern bei den verschiedenen Rohwurstchargen zeigt an, daß die Reifungsbedingungen beim Schwitzrauchverfahren nicht in allen Fällen geeignet waren, eine gleichmäßige Abtrocknung zu gewährleisten. Da nicht alle im Schwitzrauch hergestellten Würste einen Trockenfehler aufwiesen, muß angenommen werden, daß bei diesem Verfahren bereits geringfügige, nicht immer erfaßbare Abweichungen von den gewählten Herstellungsbedingungen den Trocknungsverlauf sehr stark beeinflussen können und daß dadurch die Beherrschung des Produktionsablaufes nicht sicher gewährleistet ist.

Neben einer ausgeprägten Trockenrandbildung zeigten einige Würste der Charge Plockwurst mittlerer Qualität (Tab.14) starke Mängel in der Anschnittfarbe. Diese Rohwürste hatten eine dem Anschnitt einer Brühwurst ähnelnde blaßrosa Anschnittfarbe sowie einen blassen Wurstkern. Dieser als "mangelhafte Umrötung" (3, 7, 9, 14) bezeichnete Farbfehler trat nur bei den im Schwitzverfahren hergestellten Würsten auf.

Da die vergleichbaren Chargen der im Klimaverfahren und im Schwitzrauchverfahren hergestellten Rohwürste sowohl in ihrer geweblichen Zusammensetzung als auch in den Salpeterzusätzen gleich waren und die im Klimaverfahren hergestellten Rohwürste eine gut ausgebildete kräftig rote Farbe aufwiesen, muß die mangelhafte Farbbildung bei den im Schwitzrauchverfahren hergestellten Rohwürsten darauf zurückzuführen sein, daß der Salpeter ungenügend abgebaut worden ist. Dadurch standen nicht in ausreichendem Maße Nitrit und Stickoxyd zur Verfügung, um so viel Stickoxymyo-

globin zu bilden, daß eine ausreichende Umrötung erfolgen konnte.

Vergleicht man den Verlauf der pH-Veränderung während der Umrötungsphase, so fällt auf, daß bei den klimagereiften Würsten innerhalb der ersten 3 Tage ein pH-Abfall auf 5,2 bis 5,4 erfolgte, während bei den schwitzgereiften Würsten nach 3 Tagen der pH-Wert bereits auf 4,9 bis 5,1 abgesunken war. Dieser steile pH-Abfall weist darauf hin, daß es in den schwitzgereiften Würsten zu einer schnellen und kräftigen Entwicklung der säurebildenden Keime gekommen ist und die nitratreduzierenden Keime dadurch in ihrer Tätigkeit bereits zu einem Zeitpunkt gehemmt wurden, in dem sie noch nicht genügend Salpeter abgebaut hatten. Der für den Nitratabbau optimale pH-Bereich von 6,0 bis 5,5 wurde offensichtlich zu schnell durchlaufen. Als Ursache für die rasche Säurebildung sind die bei der Reifung angewandten hohen Temperaturen anzusehen, die das Wachstum der Säurebildner stimulierten. Bei den klimagereiften Würsten dagegen konnten sich die Säurebildner nur langsamer entwickeln, so daß der pH-Wert langsamer abfiel und das Optimum für die nitratreduzierenden Keime längere Zeit aufrechterhalten wurde. Damit konnten diese Keime so viel Salpeter reduzieren, daß eine ausreichende Bildung von Stickoxy-myoglobin möglich war. Diese Feststellungen stehen im Einklang mit den von Bartels und Coretti (7) und anderen Autoren gemachten Beobachtungen bei der Untersuchung von fehlerhaften Rohwürsten.

c. Konsistenz und Schnittfestigkeit

Wie aus den Ergebnissen der organoleptischen Prüfung hervorgeht (Tabellen 11 bis 15), wiesen die Würste der im Klimaverfahren hergestellten Rohwurstchargen aus-

nahmslos eine feste Konsistenz und gute Schnittfestigkeit auf. Von den im Schwitzverfahren gereiften Vergleichswürsten waren 4 Chargen (Tab. 11, 12, 13, 15) gerade noch schnittfest, während die Würste der Charge Plockwurst mittlerer Qualität (Tab.14) eine weiche Konsistenz, verbunden mit einer mangelhaften Bindung und Schnittfestigkeit zeigten. Diese Würste ließen sich nicht in Scheiben schneiden, das Wurstgut war nicht ausreichend gebunden und zerfiel.

Da die Würste mit einer mangelhaften Schnittfestigkeit gleichzeitig eine fehlerhafte Farbentwicklung zeigten (mangelhafte Umrötung), ist anzunehmen, daß diese beiden Rohwurstfehler ursächlich in Zusammenhang stehen. Eine Rohwurst erhält ihre Schnittfestigkeit durch die Bindung und Feuchtigkeitsabgabe des Wurstgutes. Wie die Untersuchungen von ten Cate (11) zeigten, entsteht die Brätbindung durch Vernetzung der Fleischpartikel, indem das vorhandene Fleischeiweiß aus dem Sol- in den Gelzustand übergeht. Der optimale pH-Wert für die Änderung dieses kolloid-chemischen Zustandes liegt nach seinen Untersuchungen bei 5,4, mithin im selben Bereich, der nach Niinivaara (42) für eine optimale Umrötung erforderlich ist. Die pH-Werte, die bei den eigenen Versuchswürsten mit mangelhafter Bindung und Schnittfestigkeit gemessen wurden (Tab. 9), lagen dagegen wesentlich unter dem für eine ausreichende Bindung (und Umrötung) erforderlichen Optimum. Sie betrugen am 5. Tage 4,7, und lagen somit noch um 0,2 Einheiten niedriger als am 3. Tage nach der Herstellung (pH 4,9). Es ist daher anzunehmen, daß bei diesen fehlerhaften Rohwürsten die Bindungsvorgänge infolge einer zu starken und vorzeitigen Brätsäuerung gestört wurden, wobei die starke Säuerung wiederum als Folgeerscheinung einer zu hohen Reifungstemperatur anzusehen ist.

d. Geruch und Geschmack

Bei der organoleptischen Untersuchung der Versuchswürste waren bei sämtlichen im Klimaverfahren hergestellten Rohwurstchargen (Tabellen 11 bis 15) keine Qualitätsmängel in Geruch und Geschmack festzustellen. Die Würste dieser Chargen hatten einen typischen, würzig-aromatischen Rohwurstgeschmack und einen ansprechenden, rauchig-aromatischen Geruch. Nur die Würste der Charge "Plockwurst einfach" (Tab. 15) unterschieden sich geschmacklich von den übrigen naturgereiften Rohwürsten dadurch, daß sie zwar einen rauchig-aromatischen Geruch aber ein weniger ausgeprägtes Fleischaroma als die anderen Chargen aufwiesen. Diese geringere Ausprägung des Aromas ist zweifellos auf den Schwartenzusatz zurückzuführen.

Bei den im Schwitzverfahren hergestellten Vergleichswürsten waren dagegen bei einigen Würsten der Chargen "Plockwurst mittlerer Qualität" und "Plockwurst einfach" so starke Geschmacks- und Geruchsabweichungen festzustellen, daß sie zum Verzehr ungeeignet waren. Diese Würste zeigten einen säuerlichen Geruch und einen sauren Geschmack.

Bei einem Vergleich der pH-Werte der im Geschmack fehlerhaften Würste mit den einwandfreien Würsten fällt auf, daß kaum Unterschiede bestanden (Tabellen 6 bis 10). Die pH-Werte aller im Schwitzrauchverfahren gereiften Chargen betrugen nach beendeter Herstellung 5,3 bis 5,5. Während jedoch der leicht säuerliche Geschmack der Chargen Salami Ia, Salami mittlerer Qualität und Schlackwurst (Tab. 6 bis 8, Tab. 11 bis 13) bei der organoleptischen Prüfung von den verschiedenen Untersuchern eher als angenehm und typisch empfunden wurde, schmeckten die Würste der Chargen Plockwurst mittlerer Qualität und Plockwurst einfacher Qualität sauer (Tab. 9, 10, 14, 15).

Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit den Erfahrungen von Bartels und Coretti (7), die bei der Untersuchung von Rohwurstfehlfabrikaten häufig feststellen konnten, daß Geschmacksabweichungen infolge einer übermäßigen Säuerung nicht unbedingt mit einem tiefen pH-Wert der betreffenden Rohwürste in Zusammenhang stehen müssen und daß umgekehrt Würste mit einem tiefen pH-Wert geschmacklich einwandfrei sein können.

Wenn die geschmacklich feststellbare Säuerung sich im pH-Wert nicht oder nicht deutlich widerspiegelt, so müssen andere Ursachen als nur der pH-Wert dafür verantwortlich sein. Da bei dem Sauerwerden der Rohwürste neben Milchsäure noch andere Säuren, wie Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure entstehen, kann vermutet werden, daß diese Säuren für die saure Geschmacksbildung mitentscheidend sind. Weiterhin fiel auf, daß auch die nicht zu beanstandenden, im Schwitzverfahren hergestellten Rohwürste nach ihrer Fertigstellung deutlich einen stärker säuerlichen Geschmack aufwiesen als die klimagereiften Vergleichswürste. Die pH-Werte der klimagereiften Rohwürste lagen um 0,2 bis 0,5 Einheiten höher als die der schwitzgereiften. Ob diese pH-Unterschiede allein ausreichten, daß saure Geschmackskomponenten nicht auftraten, oder ob sich die Art der Säurebildung bei den klimagereiften Würsten hinsichtlich des Anteils der verschiedenen Säuren von der der schwitzgereiften Würste unterschied, so daß nur ein milder säuerlicher Geschmack zu bemerken war, kann nur vermutet werden. Im ganzen gesehen wurde die Aromabildung, verbunden mit der säuerlichen Geschmackskomponente bei den klimagereiften Rohwürsten günstiger beurteilt als selbst bei den einwandfreien, im Schwitzrauch hergestellten Würsten.

e. Farbhaltung

Hinsichtlich der Farbhaltung zeigten sich bei den Vergleichschargen der beiden Herstellungsverfahren deutliche Unterschiede. Wie aus den Tabellen 11 bis 15 ersichtlich, betrug die durchschnittliche Dauer bei den naturgereiften, in Scheiben geschnittenen und dem Einfluß von Licht und Zimmertemperatur ausgesetzten Würsten 20 bis 24 Stunden, während die Farbhaltung der im Schwitzverfahren hergestellten Vergleichswürste bereits nach durchschnittlich 6 bis 8 Stunden nachließ.

Wie aus dem Schrifttum hervorgeht, können zwar mehrere Ursachen, wie fehlerhaftes Ausgangsmaterial, unsachgemäßes Verarbeiten sowie ein unzureichender Zusatz von Umrötestoffen für eine mangelhafte Farbhaltung bei Rohwürsten verantwortlich sein. Bei der Durchführung der eigenen Versuche sind aber diese Fehler mit Sicherheit auszuschließen.

Im vorliegenden Fall handelte es sich um nachträgliche Farbveränderungen, die nach einer durchschnittlichen Dauer von 6 bis 8 Stunden bei den im Schwitzrauchverfahren hergestellten Würsten auftraten. Da die Farbabweichungen sich erst unter dem Einfluß des Lichtes und der Zimmertemperatur bildeten, wurden sie offensichtlich durch Oxydationsprodukte des farblabilen Myoglobins im Wurstgut verursacht, welches während der Reifung infolge unvollständiger Umrötungsvorgänge nicht zum farbstabilen Pökelrot umgebildet wurde.

Vergleicht man in diesem Zusammenhang die bei den eigenen Versuchen jeweils nach der Umrötungsphase der einzelnen Vergleichschargen gemessenen pH-Werte (Tabellen 1 bis 10 und Abbildung 5), so kann man feststellen, daß bei den im Schwitzrauchverfahren hergestellten Würsten der pH-Wert nach der Umrötung im Durchschnitt 5,0 betrug, während er bei den naturgereiften Würsten zu

diesem Zeitpunkt bei etwa 5,3 bis 5,4 lag. Das von Niinivaara (42) für eine vollständige Umrötung des Rohwurstbrätes geforderte pH-Optimum ($\text{pH} = 5,5$) wurde bei den geschwitzten Würsten offensichtlich zu schnell durchschritten. Als Ursache für das schnelle Verblassen der im Schwitzverfahren hergestellten Rohwürste sind demnach die zu hohen Reifungstemperaturen und die zu geringe Luftfeuchtigkeit während des Reifungsprozesses anzusehen, die zu der schnellen Brätsäuerung führen und eine unzureichende Farbbildung und Farbstabilität zur Folge hatten.

f. Gewichtsverluste

Als entscheidender Vorteil des Schwitzrauchverfahrens wird von den Herstellern die schnellere Abtrocknung der Rohwürste und, dadurch bedingt, die frühere Verkaufsfähigkeit angesehen. Wie die in den Tabellen 1 bis 10 und in der Abbildung 2 aufgezeichneten Ergebnisse der Gewichtskontrollen zeigen, waren beim Schwitzrauchverfahren durch die höheren Reifungs- und Räuchertemperaturen die täglichen Gewichtsverluste höher als beim Klimaverfahren. Vor allem in den ersten Herstellungstagen war die Feuchtigkeitsabgabe fast doppelt so hoch. 15 Tage nach Herstellungsbeginn betrug bei den im Schwitzrauch hergestellten Würsten der Gewichtsverlust (bezogen auf das Ausgangsgewicht) zwischen 27,8 und 31,1 %, die tägliche Gewichtsabnahme belief sich auf 1 %. Zu diesem Zeitpunkt wurden diese Würste, die für einen schnellen Umsatz und baldigen Verzehr bestimmt sind, als verkaufsfertig angesehen. Die klimagereiften Rohwürste hatten am 15. Tage erst zwischen 19,7 und 21,8 % an Gewicht verloren; ein Gewichtsverlust von durchschnittlich 30 % wurde bei diesen Würsten erst am 27. Tage nach der Herstellung festgestellt. Da die klima-

gereiften Rohwürste den Charakter von Dauerwürsten erhalten sollten, wurden sie jedoch erst zu dem Zeitpunkt als verkehrsfähig angesehen, zu dem sie praktisch keine täglichen Gewichtsverluste mehr aufwiesen. Dieser Zeitpunkt war aber erst am 45. Tage nach der Herstellung erreicht, als die tägliche Gewichtsabnahme bei 0,1 bis 0,2 % lag. Am 45. Tage nach der Herstellung hatten die klimagereiften Rohwürste zwischen 34,5 und 39,9 % ihres ursprünglichen Gewichtes verloren. Die Gewichtsverluste bei den klimagereiften Rohwürsten waren zum Zeitpunkt der Inverkehrgabe am 45. Tage um durchschnittlich 8 % höher als bei den schwitzgeräucherten Würsten, die am 15. Tage nach Herstellungsbeginn als verkehrsfähig angesehen wurden.

g. Veränderungen des Fettgehaltes

In gleichem Maße, wie bei den Rohwürsten Gewichtsverluste durch Feuchtigkeitsabgabe auftraten, stieg der Fettgehalt an. Bei den schwitzgeräucherten Rohwürsten stieg der Fettgehalt bis zum Zeitpunkt der Verkehrsfähigkeit (15. Tag nach Herstellungsbeginn) um 10,2 % an, bei den klimagereiften Rohwürsten war der Fettgehalt am Ende der Herstellung (45. Tag) um durchschnittlich 15,5 % höher als zu Beginn. Der Endfettgehalt der klimagereiften Würste lag um durchschnittlich 5,3 % höher als der der im Schwitzverfahren hergestellten Rohwürste. Dieser Unterschied war bei der organoleptischen Prüfung weder visuell noch geschmacklich feststellbar. Die klimagereiften Rohwürste wiesen trotz des höheren Endfettgehaltes keine Geschmackskomponente auf, die als fettig zu bezeichnen gewesen wäre und sich unangenehm bemerkbar gemacht hätte.

h. Veränderungen des Kochsalzgehaltes

Mit zunehmender Abtrocknung der Würste stieg der Kochsalzgehalt an. Er betrug bei den im Schwitzverfahren hergestellten Rohwurstchargen am Ende der Herstellung (15. Tag) durchschnittlich 4,0 %, bei den klimagereiften Würsten (45. Tag) durchschnittlich 4,6 %. Der unterschiedliche Kochsalzgehalt der fertigen Würste machte sich geschmacklich nicht bemerkbar.

i. pH-Wert-Verlauf

Die in den verschiedenen Herstellungsphasen der Rohwürste elektrometrisch ermittelten pH-Werte (Tabellen 1 bis 10 und Abbildung 5) zeigen, daß die Säuerung des Rohwurstbrätes beim Klima- und Schwitzrauchverfahren verschieden schnell und intensiv abläuft.

Die pH-Werte des Brätes zur Zeit der Abfüllung betrugen 5,9 bis 6,0. Während bei den klimagereiften Würsten die pH-Werte nach der Umrötung um 0,5 bis 0,6 Einheiten auf 5,4 bis 5,5 gefallen waren, erreichten sie bei den geschwitzten Vergleichswürsten zum gleichen Zeitpunkt Werte um 5,0. Die Senkung des pH-Wertes bei den geschwitzten Würsten betrug somit zwischen 0,9 bis 1,0 Einheiten und war fast doppelt so stark wie bei den klimagereiften Würsten. Die stärkste Säuerung erreichte das Wurstgut nach der Räucherung. Zu diesem Zeitpunkt war der pH-Wert bei den klimagereiften Würsten auf 5,0 bis 5,1 abgesunken, während er bei den geschwitzten Rohwürsten 4,7 bis 4,8 betrug. Die Unterschiede in der Senkung der pH-Werte bei den klimagereiften und im Schwitzrauch hergestellten Rohwürsten sind eine Folge der unterschiedlichen Aktivität der kohlenhydratspalten- und säurebildenden Keime im Wurstgut. Während die beim Klimaverfahren angewandten Reifungstemperaturen um + 18°C nur ein verzögertes Wachstum und damit auch eine

schwächere Enzymaktivität der Keime zuließen, wirkten die beim Schwitzrauchverfahren angewandten Temperaturen um $+ 23^{\circ}\text{C}$ wachstumsfördernd, so daß eine schnellere und intensivere Säuerung des Wurstgutes eintrat. Die Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen hatten gezeigt, daß die beschleunigte und verstärkte pH-Wert-Senkung nicht als Vorteil anzusehen ist, sondern in einigen Fällen zu Fehlfabrikaten Anlaß gab. Bei der Klimareifung, bei der die Säuerung langsamer verlief, waren dagegen bei keiner Rohwurst organoleptisch wahrnehmbare Mängel aufgetreten.

Nach beendeter Räucherung stiegen sowohl bei den klimareifen als auch bei den schwitzrauchgereiften Rohwürsten die pH-Werte wieder an. Zum Zeitpunkt der Handelsfähigkeit der Würste betrugen die pH-Werte bei der klimareifen Ware 6,2 und bei den im Schwitzrauch hergestellten Würsten 5,4. Der pH-Wert der im Klimaverfahren gereiften Rohwürste lag also nach beendeter Herstellung um durchschnittlich 0,8 höher als bei den im Schwitzrauch gereiften Vergleichswürsten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die im Schwitzrauch hergestellten Rohwürste bereits am 15. Tage nach Herstellungsbeginn, die im Klimaverfahren hergestellten Würste jedoch erst am 45. Tage nach Herstellungsbeginn als verkehrsfähig angesehen wurden. Auf diesen zeitlichen Unterschied wurde im Abschnitt "Gewichtsverluste" bereits eingegangen.

Bemerkenswert erscheint noch, daß der Anstieg des pH-Wertes nach der Räucherung bei den schwitzgeräucherten Rohwürsten steiler war als bei den klimareifen. Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen läßt sich daraus zwar keine direkte Folgerung ableiten; es könnte aber ein Hinweis darauf sein, daß in stärkerem Maße als bei den klimareifen Würsten alkalisch wirkende

Abbauprodukte in den Würsten auftreten, die möglicherweise die bekannte geringere Haltbarkeitsdauer schwitzgeräucherter Rohwürste bedingen.

k. Veränderungen der Peroxydzahl

Durch die jeweils nach den einzelnen Fertigungsabschnitten durchgeführte Bestimmung der Peroxydzahl (POZ) sollte geklärt werden, ob die beim Klima- und Schwitzrauchverfahren herrschenden Temperaturunterschiede einen unterschiedlichen Einfluß auf das in der Wurst enthaltene Fett haben.

Die in den Tabellen 1 bis 5 aufgeführten Peroxydzahlen der im Klimaverfahren hergestellten verschiedenen Rohwurstchargen zeigen, daß die in der Klimakammer herrschenden, niedrigen Reifungstemperaturen (maximal + 18°C) nur zu geringgradigen oxydativen Fettveränderungen führen. Bei keiner der naturgereiften Chargen erhöhte sich die Peroxydzahl während der Umrötungsphase. Nach der Räucherung betrug sie maximal 0,2 (Plockwurst mittlerer Qualität, Plockwurst einfacher Qualität, Tab. 4 bis 5), am 14. Tage nach der Herstellung maximal 0,7 (Plockwurst einfacher Qualität, Tab. 5) und nach beendeter Herstellung lag sie zwischen 0,8 (Salami Ia, Tab. 1) und 1,5 (Plockwurst einfacher Qualität, Tab. 5). Wesentlich höher lagen dagegen die Werte der Peroxydzahlen bei den im Schwitzrauchverfahren schnellgereiften Rohwurstchargen. Wie aus den Tabellen 6 bis 10 hervorgeht, erhöhte sich die Peroxydzahl bei den geschwitzten Würsten während der Umrötung (maximale Umrötungstemperatur + 25°C) von 0 auf 0,5 bis 0,6. Sie betrug nach beendeter Räucherung bereits 1,6 bis 2,0 und erreichte nach beendeter Herstellung Werte von 3,9 bis 4,1.

Die Gegenüberstellung der Peroxydzahlen der klimareiften und der geschwitzten Rohwürste (Abbildung 4) zeigt, daß die beim Schitzverfahren angewendete hohe Reifungstemperatur die Oxydationsprozesse des Wurstfettes stark beschleunigt. Obwohl die Herstellungsdauer bei den im Schwitzrauchverfahren hergestellten Würsten nur 14 Tage betrug, erreichten diese Würste eine 2- bis 3-fach höhere End-Peroxydzahl als die in der Klimakammer naturgereiften Rohwürste mit einer Herstellungszeit von 45 Tagen.

Bei der organoleptischen Prüfung der im Schwitzrauchverfahren hergestellten Würste wurden zwar keine ranzigen Geruchs- oder Geschmacksabweichungen festgestellt, der rasche Anstieg der bei diesen Chargen ermittelten Peroxydzahlen läßt aber darauf schließen, daß bei diesen Würsten in verstärktem Maße freie ungesättigte Fettsäuren auftreten und daß durch die entstehende Ranzigkeit des Fettgewebes nur mit einer begrenzten Lagerfähigkeit der Würste zu rechnen ist. Der langsame Anstieg der Peroxydzahlen bei den klimareiften Rohwurstchargen weist dagegen auf eine höhere Stabilität des Fettgewebes und damit auf eine längere Lagerfähigkeit und Haltbarkeit der Würste hin.

E. S c h l u ß f o l g e r u n g e n

Faßt man die dargelegten Untersuchungsergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

1. Alle im Klimaverfahren hergestellten Rohwürste waren von einwandfreier Qualität.
2. Von den im Schwitzrauchverfahren hergestellten Rohwürsten wiesen einige Würste in allen Chargen mehr oder weniger starke Qualitätsmängel auf. Zum Teil waren diese Mängel nur geringgradig, zum Teil aber auch so stark, daß sie nicht mehr für den menschlichen Genuß geeignet waren.
3. Während mit Hilfe des Klimaverfahrens die Reifungsvorgänge einwandfrei beherrscht werden konnten, waren bei Anwendung des Schwitzrauchverfahrens trotz exakter Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsführung Fehlsteuerungen bei der Reifung nicht mit Sicherheit auszuschließen.
4. Die Herstellung der Rohwürste im Klimaverfahren dauert länger als im Schwitzrauchverfahren. Die resultierenden Produkte sind stärker abgetrocknet, sie haben ein milderer Aroma. Sowohl der Abfall der pH-Werte während der Phase der Umrötung und Räucherung als auch der folgende pH-Wert-Anstieg verlaufen weniger steil als bei den schwitzgeräucherten Würsten. Oxydative Veränderungen des Fettgewebes treten nur in unbedeutendem Maße auf. Die in der Klimakammer hergestellten Rohwürste sind in ihrer Qualität und Beschaffenheit den im klassischen Naturreifeverfahren hergestellten Würsten durchaus ebenbürtig und können als echte "Dauerwürste" angesehen werden.

5. Das Schwitzrauchverfahren erlaubt durch die Verkürzung der Abtrocknungszeit eine frühere Inverkehrgabe der Würste. Bei diesem Verfahren wird auch der Abtrocknungsgrad nicht so weit getrieben wie beim Klimaverfahren. Dadurch werden die abtrocknungsbedingten Gewichtsverluste verringert. Verkürzung der Abtrocknungszeit und Verringerung der Gewichtsverluste bringen für den Hersteller ökonomische Vorteile. Die resultierende Ware jedoch ist auch bei gelungener, einwandfreier Produktion nicht einer klassischen "Dauerwurst" gleichzusetzen. Geschmacklich (stärkerer säuerlicher Geschmack) waren die schwitzgeräucherten Würste den klimagereiften unterlegen. Der steilere Anstieg des pH-Wertes nach der Räucherung sowie die relativ rasche Zunahme an ungesättigten freien Fettsäuren, ausgedrückt durch den steileren Anstieg der Peroxydzahlkurve, weisen darauf hin, daß diese Würste nur eine kürzere Haltbarkeitsdauer haben. Hinzu kommt der höhere Feuchtigkeitsgehalt dieser Würste, der sich ebenfalls haltbarkeitsverkürzend auswirken dürfte. Den schwitzgeräucherten Rohwürsten kommt daher nur der Charakter einer bedingt haltbaren und zum alsbaldigen Verzehr bestimmten Ware zu.
- Besonders zu bemerken ist das erhöhte Produktionsrisiko bei Anwendung des Schwitzverfahrens. Die zahlreichen verschiedenen Mängel in den untersuchten Rohwurstchargen machen diese Tatsache deutlich. Dem Vorteil der beschleunigten Herstellung und der geringeren Gewichtsverluste stehen damit erhebliche Nachteile gegenüber.
6. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse lassen sich folgende Empfehlungen für die Rohwurstherstellung ableiten:

Zur Herstellung von Dauerwürsten ist das Klimaverfahren ebenso geeignet wie das klassische Naturreifeverfahren. Bei einwandfrei arbeitenden Klimaräumen und exakter Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Luftzirkulationssteuerung und bei Beachtung der an die Rohwurstherstellung zu stellenden hohen hygienischen Anforderungen erlaubt es die von äußeren klimatischen Einflüssen unabhängige und sichere Herstellung von Rohwürsten, die auch hohen Qualitätsansprüchen genügen.

Zur Herstellung von Rohwürsten, die zum alsbaldigen Verzehr bestimmt sind, kann das Schwitzrauchverfahren angewendet werden. Dabei werden die Herstellungszeit verkürzt und die Abtrocknungsverluste niedriger gehalten. Das Verfahren birgt aber auch bei exakter Steuerung der äußeren Reifungsbedingungen ein erhöhtes Produktionsrisiko und die Gefahr des Entstehens von Fehlfabrikationen in sich.

Eine generelle Empfehlung zur Anwendung des Schwitzrauchverfahrens kann daher im Gegensatz zum Klimaverfahren nicht ausgesprochen werden.

F. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollten vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des Klimareifungsverfahrens und des Schwitzrauchverfahrens bei der Rohwurstherstellung durchgeführt werden. In einer Fleischwarenfabrik wurden dazu fünf verschiedene Chargen Rohwurst unterschiedlicher Rezeptur hergestellt. Untersucht wurden Salami der Spitzenqualität, Salami mittlerer Qualität, Schlackwurst, Plockwurst mittlerer Qualität und Plockwurst einfacher Qualität. Für jede Charge wurden 10 kg Rohwurstbrät verwendet. Nach dem Abfüllen des Brätes in Därme wurde die Hälfte einer jeden Charge im Klimaverfahren, die andere Hälfte im Schwitzrauchverfahren unter betriebsüblichen Bedingungen umgerötet, geräuchert und getrocknet. Die Klimareifung wurde in einer automatisch regelbaren Klimakammer (Atmos-Anlage) durchgeführt.

Bei den klimagereiften Chargen betrug die Herstellungsdauer insgesamt 45 Tage, bei den im Schwitzrauchverfahren hergestellten Chargen 15 Tage. Jede Rohwurstcharge wurde zu Beginn der Herstellung, nach der Umrötung, nach der Räucherung und nach beendeter Abtrocknung auf ihren pH-Wert, Fettgehalt, Kochsalzgehalt und ihre Peroxydzahl (POZ) sowie nach Abschluß der Reifung organoleptisch untersucht. Durch täglich durchgeführte Gewichtsbestimmungen wurden der Verlauf der Feuchtigkeitsabgabe sowie der gesamte Gewichtsverlust jeder Charge bestimmt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß es mit Hilfe des Klimaverfahrens möglich ist, unabhängig von den natürlichen Witterungsbedingungen Rohwürste herzustellen, die in ihrer Qualität und Beschaffenheit den im klassischen Naturverfahren hergestellten nicht nachstehen

und den Charakter von Dauerwürsten haben. Der gesamte Reifungs- und Trocknungsprozeß läßt sich bei ordnungsgemäßer Steuerung der Klimakammer sicher beherrschen. Bei den eigenen Versuchen waren bei keiner Charge Produktionsmängel festzustellen. Das Klimaverfahren kann als Verfahren der Wahl zur Herstellung von Rohwürsten, die neben einer guten organoleptischen Qualität auch eine lange Haltbarkeit aufweisen sollen, empfohlen werden.

Das Schwitzrauchverfahren erlaubt zwar eine Verkürzung der Herstellungszeit sowie eine Verringerung der Gewichtsverluste bis zur Inverkehrgabe; des öfteren waren jedoch Mängel in der organoleptischen Beschaffenheit der Rohwürste festzustellen. Es wurden Faltenbildungen der Wursthülle, Trockenrandbildung, mangelhafte Umrötung, mangelhafte Bindung und Schnittfähigkeit, übermäßige Säuerung und ungenügende Farbhaltung beobachtet. Diese Fehler traten nicht bei allen Würsten auf. Ursächlich sind für die festgestellten Mängel insbesondere die hohen Reifungstemperaturen verantwortlich zu machen, die einerseits eine zu schnelle Abtrocknung der Randgebiete der Würste bewirken, so daß es zur Faltenbildung der Hülle und zur Ausbildung eines Trockenrandes kam, und andererseits die Keimflora des Rohwurstbrätes zu stark aktivierten, so daß durch zu kräftige Kohlenhydratspaltung und Säurebildung der pH-Wert im Brät zu schnell abfiel und dadurch Geschmacksmängel in Form des Sauerwerdens, mangelhafte Farbbildung und Farbhaltung und auch Bindungsmängel auftraten. Außerdem konnte festgestellt werden, daß nach der Räucherung der pH-Wert und auch die Peroxydzahlen sehr schnell anstiegen. Daraus wurde geschlossen, daß es bei den schwitzgeräucherten Würsten bereits nach kurzer Zeit zu einem vermehrten

Abbau sowohl des Fleisches als auch des Fettes kommt und die Würste daher nur eine geringere Haltbarkeit als die klimagereiften Produkte haben, bei denen derartige Beobachtungen nicht gemacht wurden. Das Schwitzrauchverfahren wurde daher zwar als brauchbar zur Herstellung von Rohwürsten, die dem alsbaldigen Verzehr zugeführt werden sollen, beurteilt, es wurde aber festgestellt, daß dieses Verfahren erhebliche Produktionsrisiken in sich birgt, die den Vorteil der Herstellungsbeschleunigung leicht zunichte machen können.

F. S c h r i f t t u m s v e r z e i c h n i s

1. Andersen, G.
ten Cate, L. Zuckerzusatz und pH-Wert-Sen-
 kung bei der Rohwurstherstellung.
 Fleischwirtschaft 45, 6, (1965)
2. Aust, B. Fehlerquellen in der Wurst-
 fabrikation.
 Verlag M. Feldhaus, Hamburg (1952)
3. Bartels, H. Die Untersuchung der Schlachttiere
 und des Fleisches.
 Verlag Paul Parey, Berlin und
 Hamburg (1968)
4. Bartels, H. Die Wasch- und Sterilisationssäule.
 Fleischwirtschaft 4, 219, (1952)
5. Bartels, H. Innereien und Zusätze zur Wurst.
 Fleischwirtschaft 3, 49, (1951)
6. Bartels, H.
 Gerigk, K. Richtlinien für Fleischerzeugnisse
 mit Kommentar.
 Fleischwirtschaft 46, 9, (1966)
7. Bartels, H.
 Coretti, K. Erfahrungen bei der Untersuchung
 von Rohwurst-Fehlfabrikaten.
 Fleischwirtschaft 14, 2, (1962)
8. Barth, W. Die Beeinflussung der Bakterien-
 flora von Rohwurst.
 Vet. Med. Diss. Berlin (1960)
9. Braathen, O.S. Versuche mit gefrorenem Fleisch
 zur Produktion von Rohwürsten mit
 besonderer Berücksichtigung der
 Farbentwicklung.
 IX. Tagung der europ. Fleisch-
 forscher in Budapest 1963
 Ref. Fleischwirtschaft 15,
 1006, (1963)

10. Buss, W.
Raschke, E. Die Bestimmung des Fettgehaltes aus
Wurst mittels der Butyrometerme-
thode nach Gerber.
Arch. Lebensmittelhyg. 6, 148, (1955)
11. ten Cate, L. Das Schwitzen von Rohwurst.
Fleischwirtschaft 12, 1038, (1960)
12. ten Cate, L. The microbiology of tempered
dry sausage.
Tijdschr. voor Diergeneeskunde
85, 743, (1960)
13. Coretti, K. Rohwurst-Fäulnis, Rohwurst-Fehler
und ihre Verhütung.
Die Fleischerei 16, 8, (1965)
14. Coretti, K. Fehler im Aussehen. Rohwurst-Fehler
und ihre Verhütung.
Die Fleischerei 15, 7, (1965)
15. Coretti, K. Vorkommen und Bedeutung lipoly-
tischer Keime in Dauerwürsten.
Fleischwirtschaft 45, 21, (1965)
16. Coretti, K. Veränderungen des Keimgehaltes wäh-
rend der Reifung von Rohwurst.
Fleischwirtschaft 8, 197, (1956)
17. Coretti, K. Rohwurstkeime und Wurstreifung.
Fleischwirtschaft 8, 260, (1956)
18. Eser, H.
Niinivaara, F.P. Über das Aroma von Rohwurst.
VIII. Europ. Kongress der Fleisch-
forschungsinstitute, Moskau 1962
19. Gißke, W. Die Herstellung von Rohwurst im
Sommer.
Fleischwirtschaft 10, 203, (1958)
20. Giolitti, G.
Massaera, G. Lipolytische Bakterien in Rohwür-
sten.
IX. Tagung der europ. Fleischfor-
scher in Budapest 1963
ref. Fleischwirtschaft 15, 1006, (1965)

21. Grau, R.
Böhm, A. Wirkung von Ascorbinsäure auf die Bildung und Stabilität von NO-Hämoglobin bzw. NO-Myoglobin. Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft (1955)
22. Großklaus, D. Eine einfache orientierende Methode zur Fettbestimmung von Fleisch- und Wurstwaren. Arch. Lebensmittelhyg. 13, 282, (1962) Taschenbuch der Fleischwarenherstellung. 6. Auflage 1962, Verlag G. Hempel, Braunschweig
23. Grüttner, F.
Lienhop, E. Die postmortalen Veränderungen des Fleisches. Eine Betrachtung der chemischen Vorgänge. Fleischwirtschaft 8, 539, (1956)
24. Hamm, R. Die Bedeutung der Adenosinphosphate für die Wasserbindung des Fleisches. Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft (1955)
25. Hamm, R. Über Wursthüllen zur Herstellung von Rohwurst. Fleischwirtschaft 10, 323, (1958)
26. Heidtmann, R. Über einige trocknungstechnische Fragen bei der Behandlung von Salami-Arten. IX. Tagung der europ. Fleischforscher in Budapest 1963
27. Imre, L. Ref. Fleischwirtschaft 15, 1007, (1963) Die Gesichtspunkte der Herstellungsentwicklung in unserer Salami-Industrie. Húsipar 11, 77, (1962) und Fleischwirtschaft 15, 121, (1963)
28. Imre, L.

29. Kárpáti, G.
Nemes, K.
Die Untersuchung einiger, die Reifezeit von Trockenwürsten beeinflussenden Faktoren.
IX. Tagung der europ. Fleischforscher in Budapest 1963
Ref. Fleischwirtschaft 15, 1007, (1963)
30. Keller, H.
Die bakterielle Aromatisierung der Rohwurst.
Fleischwirtschaft 6, 453, (1954)
31. Kniewallner, K.
Haas, J.
Fehlfabrikate bei Rohwürsten durch Hefen.
X. Inter. Kongress der Fleischforschungsinstitute, Roskilde 1964
Ref. Fleischwirtschaft 45, 140, (1965)
32. Koch, H.
Die Fabrikation feiner Fleisch- und Wurstwaren. 15. Auflage (1966)
Verlag Sponholz, Frankfurt/M.-Berlin
33. Kotter, L.
Prändl, O.
Physikalisch-chemische Vorgänge bei der Fabrikation schnittfester Rohwürste.
Fleischwirtschaft 10, 16, (1958)
34. Könekamp, R.
Zu den fermentativen Eigenschaften der Milchsäurebakterien (*Lactobacillus* Meijerink), zugleich ein Beitrag zur Vermeidung von Fehlfabrikaten bei Roh- und Brühwurst.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 56, (1963)
35. Kuchling, E.
Frage der Verwendung von Starterkulturen bei der Herstellung von Rohwurst.
IX. Tagung der europ. Fleischforscher in Budapest 1963
Ref. Fleischwirtschaft 15, 1007, (1963)
36. Kurdaskova, L.L.
u.a.
Untersuchung der Anwendung von Bakterienkulturen bei der Rohwurstherstellung.
IX. Tagung der europ. Fleischforscher in Budapest 1963
ref. Fleischwirtschaft 15, 1007, (1963)

37. Kuchling, E. Zur Verwendung von *Pediococcus-cerevisiae* als Starterkultur zur Beschleunigung des Herstellungsverfahrens von Rohwurst.
X. Intern. Kongress der Fleischforschungs-Institute, Roskilde 1964
Ref. Fleischwirtschaft 45, 140, (1965)
38. Lerche, M. Mikrobiologische Vorgänge bei der Rohwurstreifung.
Fleischwirtschaft 8, 752, (1956)
39. Leistner, L. Rohwurst in den U.S.A.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, Nr.3, (1963)
40. Leistner, L. Hüllendefekte bei Rohwürsten in Kunstdärmen auf Zellulosebasis.
Fleischwirtschaft 8, 182, (1956)
41. Losem, P. Versuche zur Verbesserung von Dauerwurst durch Aromabakterien.
Vet. Med. Diss. Gießen 1956
42. Niinivaara, F.P. Über den Einfluß von Bakterienkulturen auf die Reifung und Umrötung von Rohwurst.
Diss. Helsinki 1955
43. Niinivaara, F.P. Über die chemischen Veränderungen in der Rohwurst während der Reifung.
Pohja, M.S.
VII. Intern. Kongress der Fleischforscher, Warschau 1961
44. Niinivaara, F.P. Die Veränderung der Bakterienflora während der Reifung.
Pohja, M.S.
Zschr.f. Lebensmitteluntersuchung und -forschung 104, 413, (1956)
45. Nitsch, G. Eine Gemeinschaftsklimaanlage für Rohwurst.
Fleischwirtschaft 5, 367, (1959)

46. Nurmi, E. Lipolytische Fettveränderungen in
Niinivaara, F.P. der Rohwurst.
X. Intern. Kongress der Fleischfor-
schungs-Institute, Roskilde 1964
Ref. Fleischwirtschaft 45, 140, (1965)
47. Pezacki, W. Physiologische Eigenschaften der
Urbaniak, L. aeroben Mikroflora von Rohwurst.
Fleischwirtschaft 45, 111, (1965)
48. Pezacki, W. Die Dynamik der Rohwurstgärung.
Jaroszewski, Z. Fleischwirtschaft 15, 1029, (1963)
49. Pezacki, W. Die Verwendung von gefrorenem Fleisch
u. Mitarbeiter zur Rohwurstherstellung.
Fleischwirtschaft 14, 1174, (1962)
50. Pezacki, W. Die technologisch beeinflussbaren
Farbveränderungen bei Rohwürsten.
Fleischwirtschaft 13, 300, (1961)
51. Pohja, M.S. Die Fettbestimmung in Fleisch und
Fleischprodukten nach dem Verfahren
von Gerber.
Zschr. f. Lebensmitteluntersuchung
und -forschung 103, 331, (1956)
52. Politi, I. The process of ripening and the
Colla, C. preservation of sausages.
Corberi, E. Ann. microbiol. 3, 16, (1943)
53. Rigler, F. Einfluß der relativen Luftfeuchtig-
keit auf die Haltbarkeit von Roh-
würsten.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 185, (1963)
54. Schels, H. Zur Bedeutung von Streptokokken und
Laktobazillen bei der Rohwurstreifung.
VIII. Arbeitstagung des Arbeitsge-
bietes Lebensmittelhygiene
Ref. Fleischwirtschaft 45, 52, (1965)

55. Schönberg, F. Zur Bekämpfung der Schimmelbildung
auf Fleischwaren, insbesondere
Dauerfleisch und Wurst.
Zschr. Fleisch- und Milchhygiene
53, 171, (1943)
56. Schönberg, F.
Walz, E. Der Einfluß von Temperatur und Koch-
salz auf die Bazillen der Mesenteric-
us-Subtilis-Gruppe und seine Bezie-
hung zur Entstehung der Reißigkeit
und Kernfäulnis bei den Rohwurstarten.
Fleischwirtschaft 6, 33, (1954)
57. Tändler, K. Farbhaltung bei Dauerwurst.
Fleischwirtschaft 15, 1056, (1963)
58. Valdecantos, A.
Garcia, E. Veränderung während der Reifung von
Rohwurst.
X. Intern. Kongress der Fleischfor-
schungs-Institute, Roskilde 1964
Ref. Fleischwirtschaft 45, 140, (1965)
59. Walz, E. Rohwurstfehlfabrikate durch Schwitz-
rauch nehmen nicht ab !
Arch. Lebensmittelhyg. 6, 124, (1955)
60. Wellhäuser, H. Untersuchungen über einige mikrobielle
Vorgänge bei der Rohwurstherstellung,
Beeinflussung von Muskelfarbstoff,
Muskelweiß und Fett der Rohwürste.
Vet. Med. Diss. München 1963
61. Wilson, G.D. Die Zusammensetzung von Räucherrauch
und Faktoren, welche das Aroma von
Räucherfleisch beeinflussen.
13. Forschertagung des Research
Council of American Meat Institute
Circular, Chicago 1961
Ref. Fleischwirtschaft 14, 415, (1962)

62. N.N. Rohwurstherstellung ohne Fehl
und Tadel.
Die Fleischerei 6, 12, (1963)
63. Gesetz über den Verkehr mit Lebens-
mitteln und Bedarfsgegenständen
(Lebensmittelgesetz) vom 21.12.1958,
BGBL. I. S. 950
64. Gesetz über die Verwendung salpetrig
saurer Salze im Lebensmittelverkehr
(Nitritgesetz) vom 19.6.1934,
BGBL. I. S. 513
65. Verordnung über Fleisch und Fleisch-
erzeugnisse (Fleischverordnung)
vom 19.3.1959, BGBL. I. S. 726
66. Richtlinien für Fleischerzeugnisse.
Neufassung vom 5.11.1965
Fleischwirtschaft 46, 9 (1966)
67. 14. DLG-Qualitätsprüfung für Fleisch-
waren und Feinkosterzeugnisse, Be-
stimmungen 1968.
Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
- Marktabteilung- Frankfurt/Main

Zur Durchführung der vorliegenden Arbeit hat mich mein Lehrer, Herr Professor Dr. H. B a r t e l s , Direktor des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen, angeregt. Ihm gilt mein aufrichtiger Dank für die Themenstellung und seine vielfachen Bemühungen im Rahmen meiner Arbeit.

Ich danke weiter Herr Professor Dr. H. Reuter, Kulmbach, für seine Anleitung bei der Durchführung der Versuche sowie Herrn Wissenschaftlichen Ober- rat Dr. K. Gerigk für seine ständige Bereitschaft zur Diskussion der Arbeitsergebnisse und seine Beratung bei Abfassung der Arbeit.

G. L e b e n s l a u f

Am 10. Juni 1939 wurde ich, Egon Meyer, als Sohn des Landwirtes Otto Meyer und seiner Ehefrau Else, geb. Oeljeschläger, in Oldenburg/Oldbg. geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Kirchhatten/Oldbg. besuchte ich das Gymnasium in Oldenburg bis zur Reifeprüfung im Jahre 1960.

Ab Sommersemester 1960 studierte ich an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Justus-Liebig-Universität zu Gießen, bestand hier im April 1962 die Tierärztliche Vorprüfung und im Mai 1965 die Tierärztliche Prüfung. Nach Ableistung der Praktikantenzeit bei Herrn Dr. med. vet. Lindhorst, Delmenhorst, erhielt ich im November 1965 die tierärztliche Bestallung.

Nach mehrmonatiger Tätigkeit als Vertreter in tierärztlichen Praxen in Bayern, Baden und Niedersachsen arbeitete ich vom 1. September 1966 bis 31. August 1967 als Assistent in einer Großtierpraxis in Schleswig-Holstein.

Seit dem 1. September 1967 bin ich in eigener Praxis in Sandkrug/Oldbg. selbständig tätig.

Mit der vorliegenden Arbeit war ich mit Unterbrechungen von 1963 bis 1969 beschäftigt.

